



Väylävirasto  
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu  
49/2020

# ALUSLIIKENTEEEN YKSIKKÖ- KUSTANNUKSET 2018





Tapio Karvonen, Jukka-Pekka Jousilahti

## **Alusliikenteen yksikkö- kustannukset 2018**

Väyläviraston tutkimuksia 49/2020

Väylävirasto  
Helsinki 2020

*Kannen kuva: Tapio Karvonen*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-807-6

Väylävirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puh. 0295 34 3000

**Tapio Karvonen ja Jukka-Pekka Jousilahti: Alusliikenteen yksikkökustannukset 2018.** Väylävirasto. Helsinki 2020. Väyläviraston julkaisuja 49/2020. 46 sivua ja 7 liitettä. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-807-6.

**Avainsanat:** alusliikenteen yksikkökustannukset, hankearviointi, vesitieinvestoinnit, kannattavuus

## Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitetään Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä kulkevien lasti- ja ro-ro-matkustaja-alusten keskimääräiset yksikkökustannukset alustyypeittäin ja kokoluokittain. Kustannuslaskelmien tarkoituksena on toimia pääosin väyläinvestointien hankearviointien ja niihin liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien pohjatietona. Edellisen kerran alusliikenteen yksikkökustannukset selvitettiin vuonna 2014, ja tuolloin tehty päivitystutkimus toimii vertailukohtana nyt valmistuneelle työlle.

Tutkimuksen lähdeaineistossa ovat mukana kaikki Suomeen ulkomaanliikenteessä vuonna 2018 saapuneet suomalaiset ja ulkomaalaiset lastialukset sekä ro-ro-matkustaja-alukset. Alustiedot ovat peräisin Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien ylläpitämästä alustietokannasta. Alustietoja on täydennetty muista lähteistä saaduilla tiedoilla tilastollisen kattavuuden varmistamiseksi kaikkien alustyyppien ja -kokojen osalta. Muista lähteistä on kerätty hankinta- ja polttoainehinnat sekä miehityskustannukset.

Polttoainekustannukset muodostavat kaikissa alustyypeissä suurimman kustannuserän (40–67 %) ja pääomamenot toiseksi suurimman (14–26 %). Kustannusten suhteelliset osuudet vaihtelevat varsin paljon eri alustyypeillä ja kokoluokilla. Herkkyystarkastelun mukaan 30 prosentin nousu polttoainekustannuksissa nostaisi kokonaiskustannuksia eri alustyyppien osalta noin 12–20 prosenttia. Pääomakulujen 30 prosentin laskun vaikutus olisi noin 4–8 prosenttia ja miehityskustannusten noin 2–4 prosenttia.

Merkittävin muutos alusliikenteen yksikkökustannusten kehittämisessä edelliseen tutkimukseen verrattuna on polttoainekustannusten selvä lasku. Ne ovat laskeneet keskimäärin 18 prosenttia. Syynä tähän on öljyn maailmanmarkkinahinnan lasku ja sen heijastuminen polttoaineiden hintoihin tarkastellulla viiden vuoden ajanjaksolla sekä käytettävän konetehon kertoimen alentaminen 0,8:sta 0,7:ään. Yhteenlasketut yksikkökustannukset ovat laskeneet noin 4 prosenttia kaikki alustyyppit huomioiden edelliseen tutkimukseen verrattuna. Tämä selittyy polttoainekustannusten laskulla, muut kustannuslajit ovat jonkin verran nousseet.

**Tapio Karvonen och Jukka-Pekka Jousilahti: Fartygstrafikens enhetskostnader 2018.** Trafikledsverket. Helsingfors 2020. Trafikledsverkets undersökningar 49/2020. 46 sidor och 7 bilagor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-807-6.

## Sammanfattning

Undersökningen redogör för de genomsnittliga enhetskostnaderna för lastfartyg och ro-ro-passagerarfartyg i utrikestrafik enligt fartygstyp och storleksklass. Huvudsyftet med kostnadskalkylerna är att skapa underlag för utvärdering av farledsinvesteringsprojekt och relaterade nyttokostnadskalkyler. Fartygstrafikens enhetskostnader utreddes senast år 2014 och denna uppdatering har tjänat som jämförelsepunkt för den aktuella studien.

Källmaterial för undersökningen är alla de finska och utländska lastfartygen och ro-ro-passagerarfartygen som anlöpt finländska hamnar i utrikes trafik år 2018. Fartygsdata är tagna ur Transport- och kommunikationsverket Traficoms fartygsdatabas. Fartygsdata har kompletterats med uppgifter från andra källor för erhållande av uttömmande statistik i fråga om samtliga fartygstyper och -storlekar. Anskaffnings- och bränslepriser samt bemanningskostnader har erhållits ur andra källor.

Bränslekostnaderna utgör den största (40–67 %) och kapitalkostnaderna den näst största (14–26 %) utgiftsposten för alla fartygstyper. Den relativa andelen varierar rätt mycket beroende på fartygstyp och storleksklass. En känslighetsanalys visar att en ökning av bränslekostnaderna med 30 % skulle öka helhetskostnaderna med 12–20 % beroende på fartygstyp. Om kapitalkostnaderna sjönk 30 % skulle effekten bli ca 4–8 %, för bemanningskostnadernas vidkommande ca 2–4 %.

Den väsentligaste förändringen i kostnadsutvecklingen jämfört med föregående utredning är att bränslekostnaderna sjunkit märkbart. De har sjunkit i snitt 18 %. Detta beror på att oljan pris på världsmarknaden har gått ned och det har präglats i bunkerpriserna. Härutöver har koefficienten för användbar maskineffekt ändrats från 0,8 till 0,7. Samtliga enhetskostnader har minskat med i snitt 4 % för alla typer av fartyg. Detta beror på minskning av bränslekostnaderna medan andra kostnadstyperna har ökat något.

**Tapio Karvonen and Jukka-Pekka Jousilahti: The unit costs of vessel traffic 2018.** Finnish Transport Infrastructure Agency. Helsinki 2020. Research reports of the FTIA 49/2020. 46 pages and 7 appendices. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-807-6.

## Abstract

The study accounts for the average operating costs of cargo ships and Ro-Ro passenger ships engaged in foreign trade by type of ship and size category. The purpose of the cost estimates is to form a basis for evaluation of fairway investment projects and related cost-benefit analyses. The unit costs of vessel traffic were last studied in 2014 and the said update has been used as reference in the present study.

The source material consists of Finnish and foreign cargo ships and Ro-Ro passenger ships having called at Finnish ports in foreign trade in 2018. Ship data have been derived from the ship database of the Finnish Transport and Communication Agency Traficom and supplemented with data from other sources to ensure full statistical coverage of all ship types and sizes. Data on procurement and fuel prices and manning costs has been collected from other sources.

Fuel costs constitute the largest (40–67%) and capital costs the second largest (14–26%) expense item for all ships. The relative cost shares vary greatly between different ship types and sizes. A sensitivity analysis shows that a 30% rise in fuel costs would increase the total costs for different types of ships by 12–20%. A 30% decrease in capital expenditure would have a 4–8% impact, in manning costs a 2–4% impact.

The most significant change in the development of ship operating costs compared with the latest study is the significant decrease in fuel costs. The average decrease is 18. Main reason for this is the decrease in oil prices in the world market, which has effected bunker prices, too. In addition to this, the machine power factor is now 0.7 compared to 0.8 used in the last study. All unit costs have decreased by approximately 4%, irrespective of ship type. The reason for this is the decrease of fuel costs. Other costs have seen some increasing.

## Esipuhe

Vesiliikenteessä käytettävien alusten hankinnan ja operoinnin kustannuksia kuvaavia alusliikenteen yksikkökustannuksia käytetään esimerkiksi vesiväyläinvestointien vaikutusten rahamääräisessä arvioinnissa. Yksikköarvot on muodostettu alustyyppi- ja kokoluokittain. Yksikköarvoja päivitetään noin viiden vuoden välein, jolloin tehdään myös tarvittavat määrittämismenetelmien tarkistukset. Tämä selvitys toimii vesiväylähankkeiden arviointiohjeen taustaraporttina. Alusliikenteen yksikkökustannukset ovat merkittävin osa vesiväyläinvestointien kannattavuuslaskelmissa tarkasteltavia kustannuksia.

Selvityksen ovat laatineet Tapio Karvonen ja Jukka-Pekka Jousilahti Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksesta. Työtä ovat ohjanneet Taneli Antikainen ja Anton Goebel Väylävirastosta.

Helsingissä marraskuussa 2020

Väylävirasto  
Liikenneverkkojen suunnittelu



# Sisältö

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1        | JOHDANTO .....  | 8  |
| 2        | MERILIIKENTEEEN JA ALUSKUSTANNUSTEN TAUSTATEKIJÖIDEN<br>VIIMEAIKAINEN KEHITYS .....                                   | 10 |
| 2.1      | Ulkomaan tavaraliikenne .....   | 10 |
| 2.2      | Matkustajaliikenne .....  | 13 |
| 2.3      | Alusliikenne .....  | 14 |
| 2.4      | Polttoaineiden hintakehitys .....   | 18 |
| 3        | LASKENTAPERUSTEET JA -MENETELMÄT .....  | 20 |
| 3.1      | Tutkimuksessa huomioidut alustyyppit ja -koot .....   | 20 |
| 3.1.1.   | Konttialukset .....   | 20 |
| 3.1.2.   | Muut kuivalastialukset .....  | 20 |
| 3.1.3.   | Irtolastialukset .....  | 20 |
| 3.1.4.   | Säiliöalukset .....   | 21 |
| 3.1.5.   | Ro-ro-lastialukset .....  | 21 |
| 3.1.6.   | Ro-ro-matkustaja-alukset .....  | 21 |
| 3.2      | Alustiedot .....  | 21 |
| 3.3      | Pääomakustannukset .....  | 22 |
| 3.4      | Polttoainekustannukset .....  | 23 |
| 3.5      | Miehityskustannukset .....  | 25 |
| 3.6      | Muut aluskustannukset .....   | 28 |
| 3.7      | Alusliikenteen päästöjen yksikkökustannukset .....  | 29 |
| 3.8      | Analyysimenetelmät .....  | 29 |
| 3.9      | Verojen käsittely .....   | 30 |
| 4        | ALUSLIIKENTEEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET .....   | 32 |
| 4.1      | Konttialukset .....   | 33 |
| 4.2      | Muut kuivalastialukset .....  | 34 |
| 4.3      | Irtolastialukset .....  | 35 |
| 4.4      | Säiliöalukset .....   | 37 |
| 4.5      | Ro-ro-lastialukset .....  | 38 |
| 4.6      | Ro-ro-matkustaja-alukset .....  | 39 |
| 5        | KUSTANNUSTEKIJÖIDEN SUHTEELLINEN MERKITYS JA<br>HERKKYYSTARKASTELU .....  | 40 |
| 6        | JOHTOPÄÄTÖKSET .....  | 43 |
| LIITTEET |   |    |
| Liite 1  | Aluskustannukset alustyyppiluokittain vuoden 2013 hintatasolla  |    |
| Liite 2  | Herkkyystarkastelut   |    |
| Liite 3  | Alusten lastikapasiteetin ja syväyksen väliset regressioanalyysit   |    |
| Liite 4  | Alusten nettovetoisuuden ja syväyksen väliset regressioanalyysit  |    |
| Liite 5  | Alusten konetehon ja syväyksen väliset regressioanalyysit   |    |
| Liite 6  | Alusten hankintahinnan ja lastikapasiteetin väliset regressioanalyysit  |    |
| Liite 7  | Ulkomaanliikenteen aluskäyntien lukumäärä ja eri lippumaiden osuudet eri alustyypeittäin Suomen satamissa vuonna 2018 |    |

# 1 Johdanto

Tutkimuksessa selvitetään Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä kulkevien lastialusten ja matkustaja-autolauttojen keskimääräiset yksikkökustannukset alustyypeittäin ja kokoluokittain. Kustannuslaskelmien tarkoituksena on toimia pääosin väyläinvestointien hankearviointien ja niihin liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien pohjatietona.

Edelliset aluskustannuslaskelmien päivitykset on tehty vuosina 2001, 2006, 2009 ja 2014. Aiemmissa laskelmissa saatujen kokemusten perusteella konttialusten lastinkuljetuskapasiteettia kuvaavana suureena ja yksikkökustannusten perusteena käytetään alusten TEU-määrää eli kontinkuljetuskapasiteettia<sup>1</sup>. Muiden alustyyppien yksikkökustannukset arvioidaan tonnimääräisen lastinkuljetuskapasiteetin (DWT<sup>2</sup>) perusteella.

Tässä tutkimuksessa on siirrytty koko julkaisussa johdonmukaisuuden vuoksi käyttämään alustyypeistä samoja termejä, joita käytetään Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien tilastoissa. Tutkimuksen aineistot ovat vuodelta 2018, joka on viimeisin vuosi, jolta kaikki tilastotiedot olivat kattavasti saatavissa tutkimuksen tekoaikana vuoden 2019 jälkimmäisellä vuosipuoliskolla.

Alusliikenteen yksikkökustannusten laskentaperusteiden vertailu- ja lähtökohdiana on pidetty edellisiä tutkimuksia. Eri kustannustekijöiden laskentaperusteet ja -tavat on määritetty ajanmukaisiksi kirjallisten ja tilastollisten lähteiden sekä asiantuntijalausuntojen pohjalta. Tutkimuksessa selvitetään ensin meriliikenteen ja aluskustannuksiin vaikuttavien tekijöiden viimeaikaista kehitystä. Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen kehitystä selvitetään 1970-luvulta lähtien. Tämän jälkeen tarkastellaan alustyyppien ja -kokojen kehitystä viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Työssä selvitetään myös polttoainekustannusten kehittymistä noin kymmenen vuoden ajalta. Alusten tiukentuneiden ilmapäästövaatimusten myötä polttoainelaaduissa on tapahtunut viime vuosien aikana monia muutoksia. Nesteytetyn maakaasun (LNG) käyttö laivapolttoaineena on kasvussa, mutta sen markkinahintatietoja ei vielä ole saatavissa. Tulevissa aluskustannuslaskelmissa sekin toivottavasti saadaan huomioitua. Myös akkuteknologian hyödyntäminen kehittyä, joten alusten polttoainekustannusten arvioinnista tulee jatkossa entistä monimutkaisempaa.

Yksikkökustannuslaskelmien tulokset esitellään ensin tiiviisti omassa luvussaan ja lisäksi yksityiskohtaisesti liitteenä olevissa taulukoissa. Kustannustekijöiden suhteellista merkitystä sekä laskentatulosten herkkyytstarkasteluja tutkitaan luvussa 5. Lopuksi esitetään johtopäätöksiä alusliikenteen yksikkökustannusten viimeaikaisesta kehittymisestä.

Tutkimuksen liitteessä 1 esitetyt laskelmien yksityiskohtaiset tulokset pyrkivät kuvaamaan erityyppisten ja -kokoisten Suomeen liikennöivien kauppa-alusten keskimääräisiä operointikustannuksia. Laskelmissa on huomioitu myös lippuvaltion vaikutus miehityskustannuksiin. Laskelmien perusteena käytettyä aineistoa on kerätty useista eri lähteistä. Esitetyt kustannukset ovat matemaattisten laskentakaavojen tuloksia eivätkä minkään olemassa olevan aluksen

<sup>1</sup> TEU = twenty foot equivalent unit. Konttiliikenteen perusmittayksikkö on 20 jalkaa pitkä kontti.

<sup>2</sup> DWT = deadweight tonnage. Kuollut paino on sama kuin aluksen kantavuus eli aluksen lastin, polttoaineen, vesivarastojen, tarvikkeiden ja henkilöiden suurin yhteispaino.

todellisia kustannuslukuja. Kaikkien alustyyppien osalta on huomattava, että syväysluokan kohdalla oleva arvo on saatu tilastollisen regression avulla eikä se ole välttämättä yksittäisen syväysluokan ns. keskiarvo-aluksen arvo. Regressio ottaa huomioon koko havaintojoukon ja tasoittaa ääriarvojen vaikutusta.

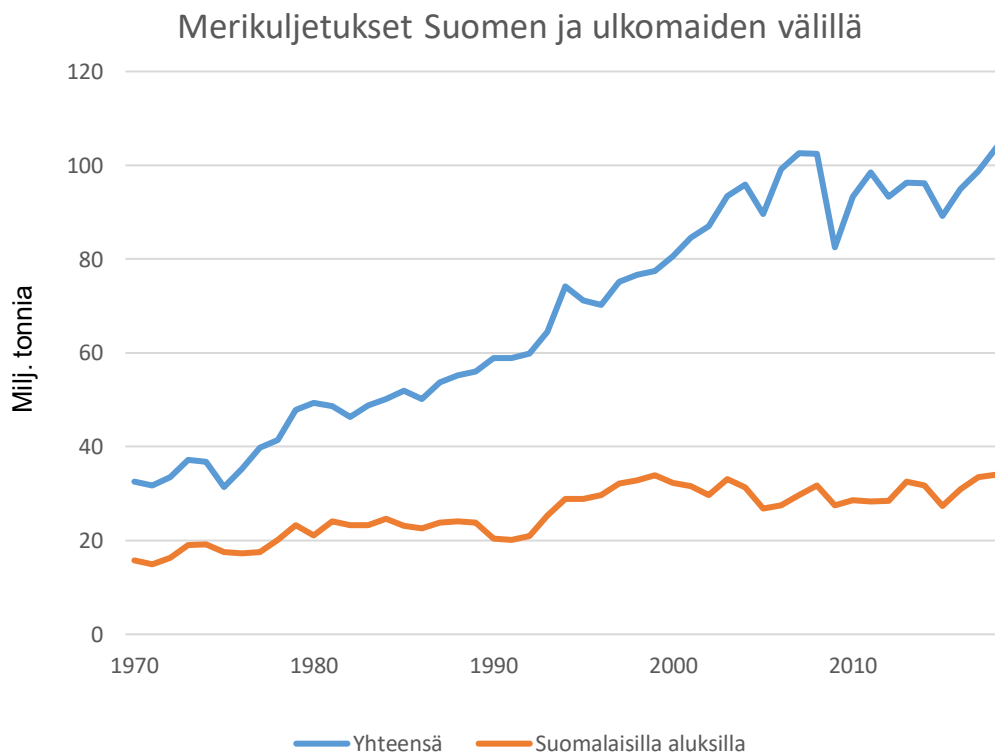
Tutkimus tehtiin Väyläviraston tilauksesta syksyllä 2019 Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksessa (MKK). Valmis työ luovutettiin tilaajalle joulukuussa 2019. Väylävirastossa projektista vastasivat liikennetalousasiantuntija Taneli Antikainen. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksessa projektivastaavana toimi erikoistutkija Tapio Karvonen ja kustannuslaskelmien laadinnan toteutti projektitutkija Jukka-Pekka Jousilahti.

## 2 Meriliikenteen ja aluskustannusten taustatekijöiden viimeaikainen kehitys

Tässä luvussa luodaan katsaus Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen nykytilaan ja kehityksen pääpiirteisiin viimeisimpien vuosikymmenien aikana. Suomalaisilla aluksilla tarkoitetaan Suomen lipun alla purjehtivia aluksia. Kuljetussuorite tarkoittaa kuljetustyön määrää (yksikkönä tonnikipometri), joka saadaan kuljetetun tavaramäärän (tonnia) ja kuljetusmatkan pituuden (kilometri) tulona. Lähteinä on käytetty Liikenne- ja viestintäviraston (Traficom) tuottamia meriliikenne- ja kauppalaivatilastoja. Varhaisimpien vuosien osalta tilastojen tuotannosta ovat vastanneet omilta osiltaan Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi) ja Merenkululaitos.

### 2.1 Ulkomaan tavaraliikenne

Suomen ja ulkomaiden välisissä merikuljetuksissa saavutettiin vuonna 2018 uusi ennätys, joka oli 103,8 miljoonaa tonnia. Edellisen kerran sadan miljoonan tonnin raja ylittyi vuosina 2007 ja 2008. Vuonna 2009 merikuljetusten määrä putosi maailmanlaajuisen finanssikriisin ja sitä seuranneen taloustaantumien vuoksi 82,6 miljoonaa tonniin. Suomalaisen alusten kuljettamassa osuudessa ei ole tapahtunut 2000-luvun aikana kovin suuria muutoksia. Vuonna 2018 suomalaisilla aluksilla kuljetettiin 34 miljoonaa tonnia tavaraa, mikä vastaa 33 prosenttia kaikesta Suomen ja ulkomaiden välisestä tavaraliikenteestä (kuva 1).



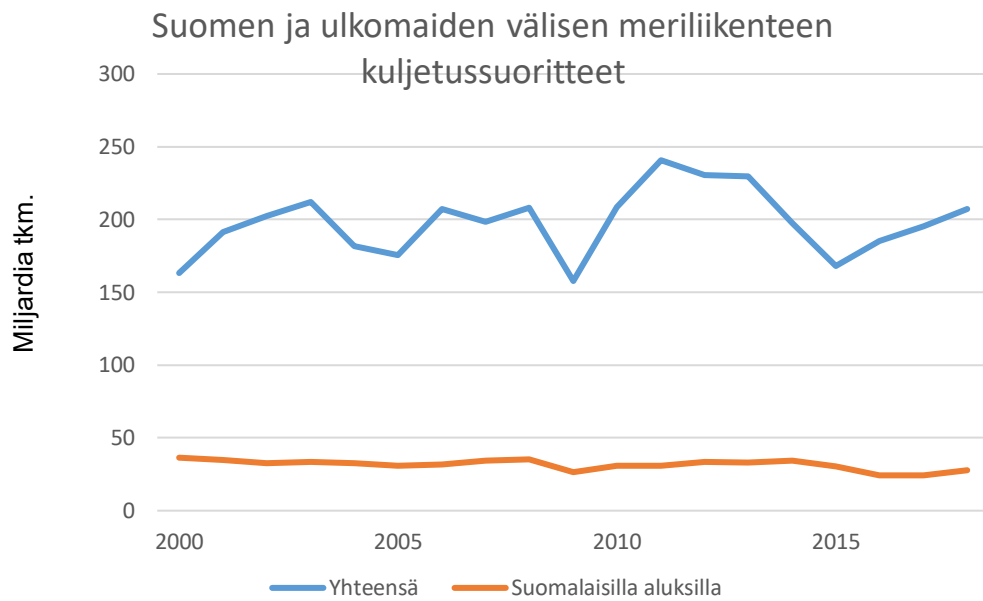
Kuva 1. Merikuljetukset Suomen ja ulkomaiden välillä 1970–2018.

Suomalaisen tonniston osuus Suomen ja ulkomaiden välisessä meriliikenteessä oli suurimmillaan vuonna 1975, jolloin 56 prosenttia kuljetuksista hoidettiin Suomen lipun alla kulkeneilla aluksilla. Siitä eteenpäin kehitystrendi on ollut laskeva aina vuoteen 2006 saakka, jolloin osuus oli vain 28 prosenttia. Sitten osuus on vakiintunut hieman 30 prosentin päälle. (Kuva 2.)



**Kuva 2.** *Suomalaisilla aluksilla kuljetetun tavaramäärän osuus Suomen ja ulkomaiden välisessä meriliikenteessä 1970–2018.*

Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen kuljetussuorite oli vuonna 2018 noin 207 miljardia tonnikilometriä (tkm). Kuljetussuoritteen huippuluku on vuodelta 2011 (241 mrd. tkm). Suomalaisten alusten kuljetussuorite on pysynyt vuodesta toiseen hyvin tasaisena. (Kuva 3.) Vaikka merikuljetusten kokonaismäärä nousi vuonna 2018 uuteen ennätykseen, kuljetussuoritteen määrä ei noussut lähellekään ennätystä. Tämä johtuu siitä, että tavaraliikenteen kasvu on painottunut lähimerenkulkuun eli lyhyempien kuljetusmatkojen alueelle. Sekä kuivien että nestemäisten irtolastien kuljetusten muutosten merkitys on suoritteessa suuri näiden tavaralajien suurien tonnimäärien vuoksi.



Kuva 3. Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen tavarankuljetusten kuljetussuoritteet 1970–2018.

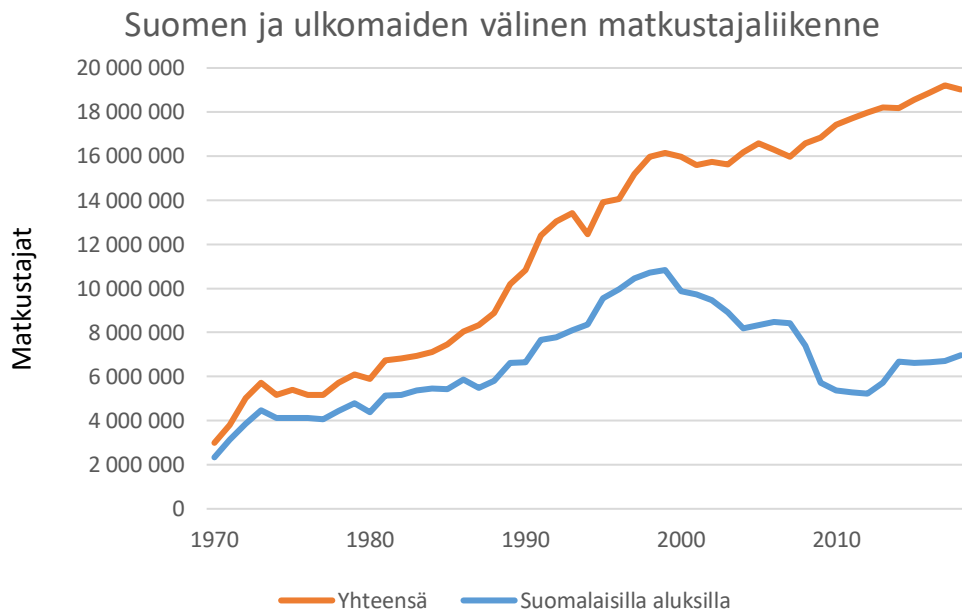
Suomalaisten alusten kuljetussuoritteiden prosentuaalinen osuudessa on tapahtunut jonkin verran vaihtelua. 2000-luvun alussa osuus oli noin 20 prosenttia kun se viime vuosina on jäänyt alle 15 prosentin. (Kuva 4.) Tilastoinnissa on tapahtunut vuonna 2016 se muutos, että puskuproomujen kuljetussuoritteet eivät enää sisälly suomalaisten alusten kuljetussuoritteeseen.



Kuva 4. Suomalaisten alusten kuljetussuoritteiden osuus Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen tavarankuljetuksissa 1970–2018.

## 2.2 Matkustajaliikenne

Matkustajaliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä on kasvanut lähes yhtä mittaa aina tarkastelujakson alusta vuodesta 1970 alkaen. Vuonna 2017 määrä nousi uuteen ennätykseen eli 19,2 miljoonaan matkustajaan (lukuun lasketaan sekä satamista lähteneet että niihin saapuneet matkustajat). Vuoden 2018 matkustajamäärä jäi hieman pienemmäksi, 19,0 miljoonaan matkustajaan, mutta sekin oli kaikkien aikojen toiseksi suurin määrä. Suomen lipun alla kulkevilla aluksilla matkustaneiden matkustajien osuus väheni aina vuoteen 2012 saakka, jonka jälkeen osuus on vakiintunut noin 35 prosenttiin. (Kuva 5)



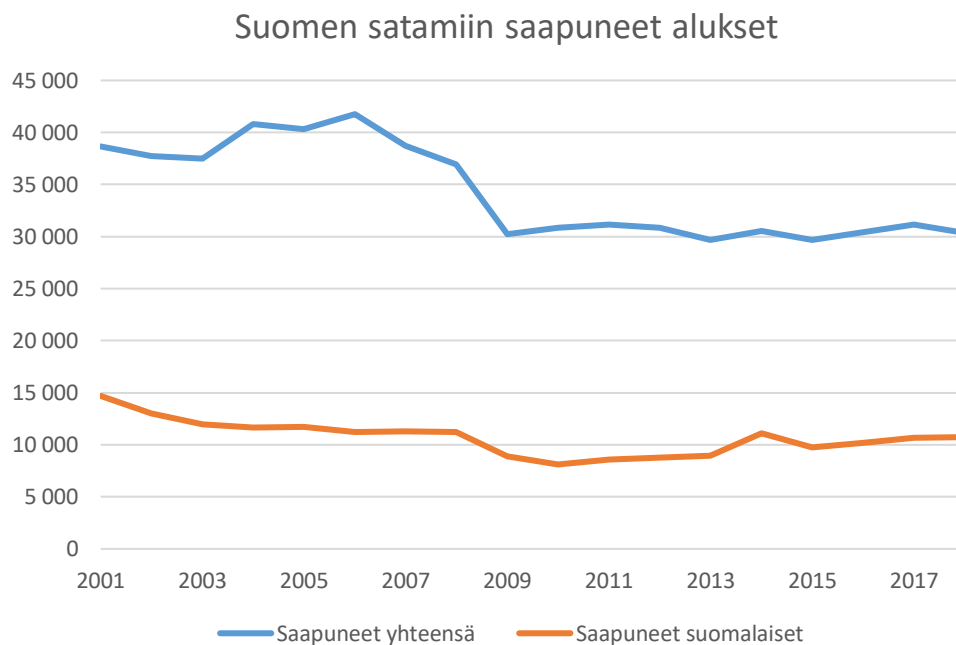
Kuva 5. Suomen ja ulkomaiden välinen matkustajaliikenne 1970–2018.

Yhteenvedon voidaan todeta, että Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen tavarankuljetukset ovat viime vuosina jälleen kasvaneet muutaman vuoden epävakaisen vaiheen jälkeen. Suomalaisten alusten osuus tavaraliikenteessä on laskenut pitkällä aikavälillä tasaisen hitaasti eikä siihen ole tullut viime vuosinaakaan merkittävää muutosta. Suomen ja ulkomaiden välisen tavaraliikenteen kuljetussuoritteissa suomalaisten alusten tonnakilometrit ovat pysyneet suhteellisen samalla tasolla. Matkustajaliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä on kasvanut tasaisesti pitkällä aikavälillä. Suomalaisten alusten osuus laski huomattavasti 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä, mutta on viime vuosina kääntynyt hienoiseen kasvuun.

## 2.3 Alusliikenne

Tässä luvussa käsitellään alustyypeittäin ulkomaan alusliikennettä ja suomalaisten alusten osuutta siinä sekä alusten keskimääräisten bruttovetoisuuksien kehittymistä lähes viidentoista vuoden aikana.

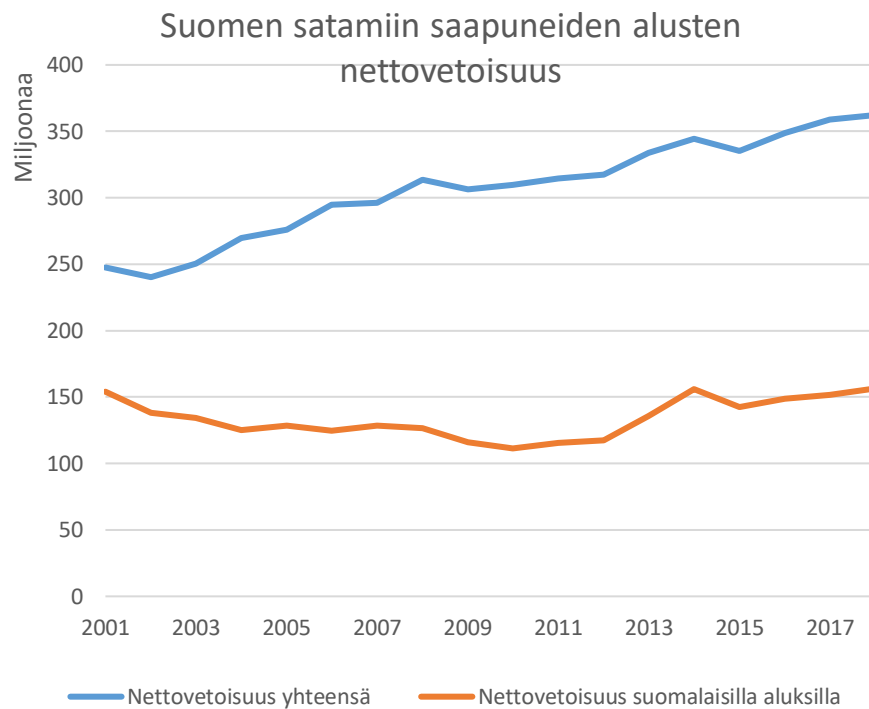
Kuvassa 6 on nähtävissä ulkomaan liikenteessä Suomen satamiin saapuneiden alusten lukumäärän kehitys vuodesta 2001 alkaen. Osa aluksista käy yhdellä Suomeen saapumiskerralla useammassa kuin yhdessä satamassa. Alusten määrässä tapahtui merkittävä pudotus vuosina 2008–2009, kun kuljetusmäärät vähenivät voimakkaasti. Aluskäyntien lukumäärä on sen jälkeen pysynyt hyvin vakaana noin 30 000:ssa, vaikka tavaramäärät ovat jälleen kasvaneet ja vuonna 2018 saavutettiin uusi ennätys tonnimäärissä. Tämä kertoo siitä, että aluskoko on myös kasvanut, jolloin yhdellä aluskäynnillä tavaraa kuljetetaan enemmän kuin aikaisemmin.



*Kuva 6. Ulkomaan liikenteessä Suomen satamiin saapuneiden alusten lukumäärä 2001–2018.*

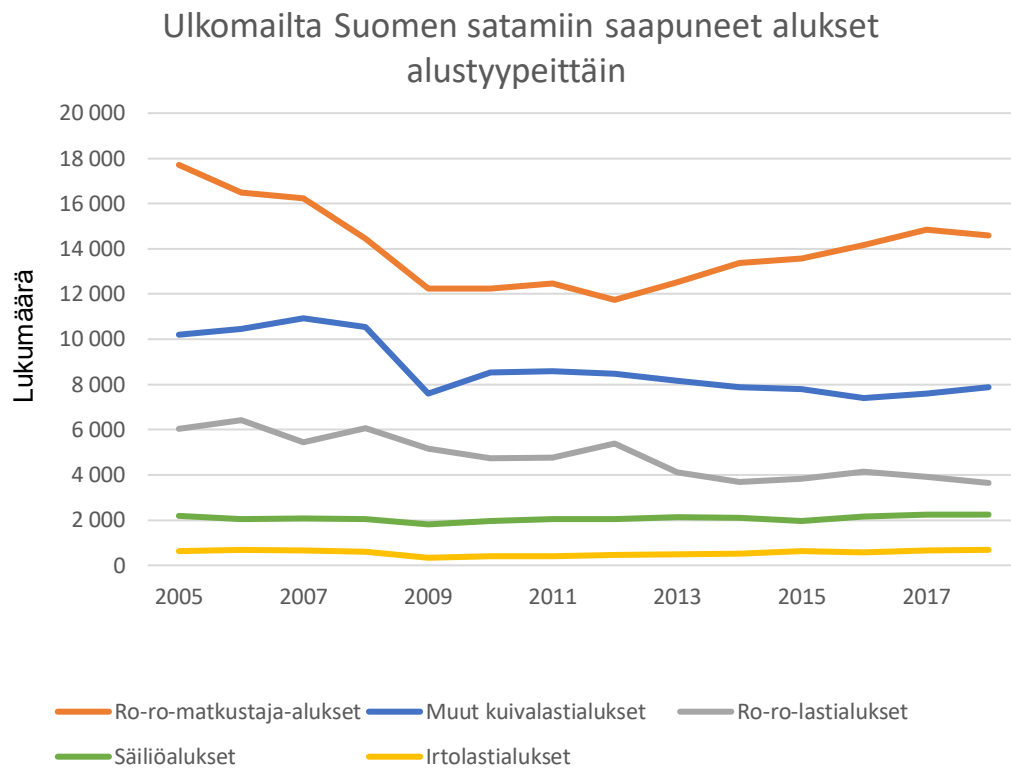
Aluskoon kasvamisesta kertoo myös seuraava kuva 7, joka esittää ulkomaan liikenteessä Suomen satamiin saapuneiden alusten yhteenlasketun nettovetoisuuden kehityksen vuodesta 2001 eteenpäin. Nettovetoisuutta käytetään monien aluksilta perittävien maksujen, mm. luotsausmaksujen, perusteena ja sen vuoksi tilastoissa nettovetoisuus on usein käytetty suure.





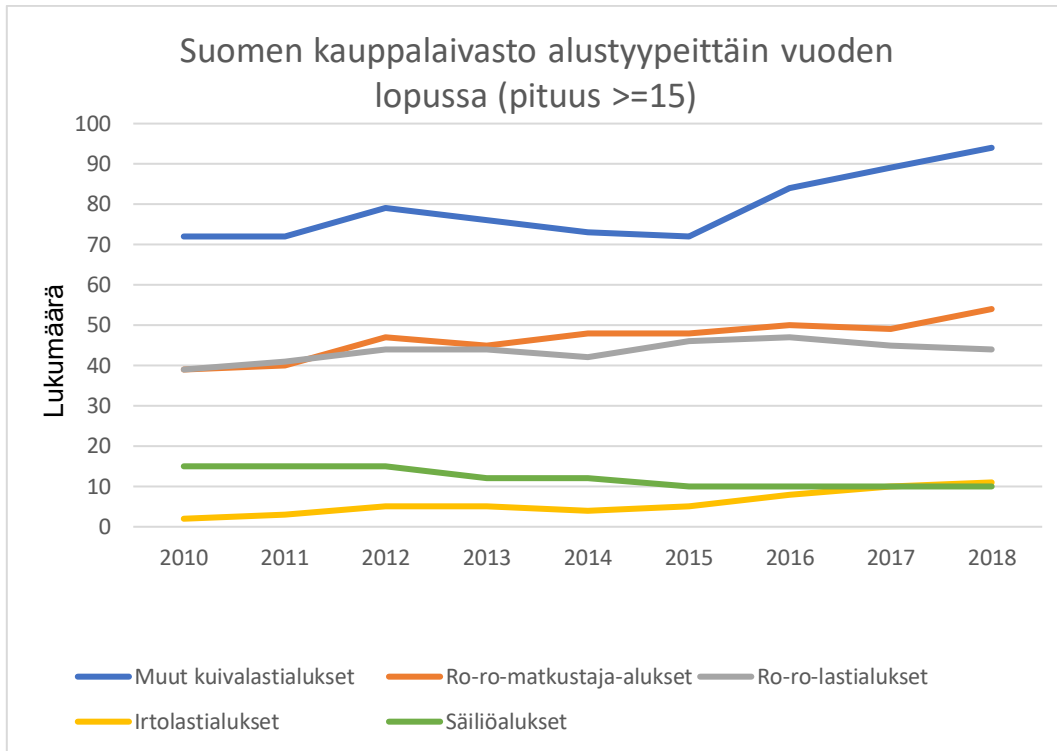
**Kuva 7.** *Ulkomaan liikenteessä Suomen satamiin saapuneiden alusten yhteenlaskettu nettovetoisuus 2001–2018.*

Kuvassa 8 on esitetty Suomen satamiin ulkomailta saapuneiden alusten määrät alustyypeittäin vuodesta 2005 vuoteen 2018. Alustyypeittäin tarkasteltuna ro-ro-matkustaja-alusten määrä on vaihdellut eniten. Lukumäärän lasku johtui siitä, että Helsingin ja Tallinnan välisessä liikenteessä pienempiä aluksia korvattiin suuremmilla. Viime vuosina käyntikertojen lukumäärä on taas lähtenyt kasvuun, koska saman reittivälin kasvaneeseen kuljetuskysyntään on vastattu vuoromäärää lisäämällä. Muiden kuivalastialusten määrässä näkyy selvästi vuosien 2008–2009 merikuljetusten voimakas lasku.



**Kuva 8.** Satamien ulkomaan alusliikenne alustyypeittäin 2005–2018 (saapuneita aluksia Suomen satamiin).

Suomen kauppalaivastoon on vuoden 2018 lopussa rekisteröity yhteensä 690 pituudeltaan vähintään 15 metriä pitkää alusta. Alusten jakautuminen tässä tutkimuksessa käsiteltäviin alustyyppisiin näkyy kuvassa 9 sillä poikkeuksella, että konttialukset sisältyvät luokkaan muut kuivalastialukset. Kuvassa mainittujen alustyyppien lisäksi rekisterissä on matkustaja-aluksia, erikoisaluksia, joihin kuuluvat mm. hinaajat, jäänmurtajat ja työntöproomit, sekä sekalaisia pieniä aluksia käsittävä luokka muut alukset. Kuvasta käy ilmi tutkimuksen kohteena olevien alustyyppien lukumäärän kehitys viimeisimmän vuosikymmenen aikana.



**Kuva 9.** Suomen kauppalaivasto alustyypeittäin vuoden lopussa 2010–2018 (pituus  $\geq 15$  m). Laivasto sisältää lisäksi erikois- ja muita aluksia.

Samat tiedot esitetään vielä seuraavassa taulukossa 1 alustyyppikohtaisina lukumäärinä tässä tutkimuksessa huomioitavien alustyyppien osalta.

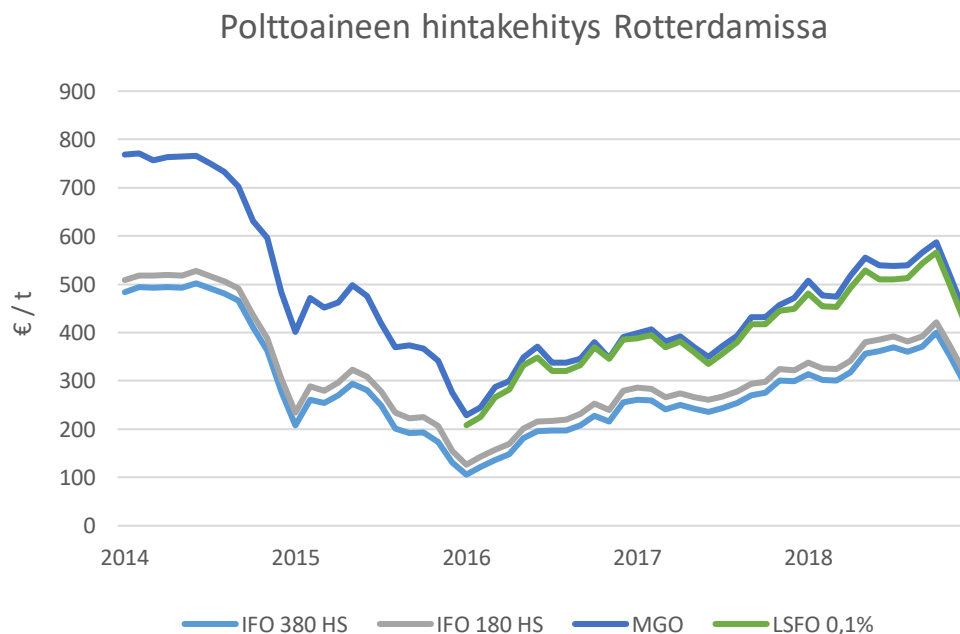
**Taulukko 1.** Suomen kauppalaivasto tämän tutkimuksen kohteena olevien alustyyppien osalta vuoden lopussa 2010–2018 (pituus  $\geq 15$  m).

| Vuosi | Ro-ro-matkus-<br>taja-aluk-<br>set | Ro-ro-<br>lasti-<br>alukset | Irto-<br>lasti-<br>alukset | Muut<br>kuivalas-<br>tialukset | Säiliö-<br>alukset | Yhteensä |
|-------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------|
| 2010  | 39                                 | 39                          | 2                          | 72                             | 15                 | 167      |
| 2011  | 40                                 | 41                          | 3                          | 72                             | 15                 | 171      |
| 2012  | 47                                 | 44                          | 5                          | 79                             | 15                 | 190      |
| 2013  | 45                                 | 44                          | 5                          | 76                             | 12                 | 182      |
| 2014  | 48                                 | 42                          | 4                          | 73                             | 12                 | 179      |
| 2015  | 48                                 | 46                          | 5                          | 72                             | 10                 | 181      |
| 2016  | 50                                 | 47                          | 8                          | 84                             | 10                 | 199      |
| 2017  | 49                                 | 45                          | 10                         | 89                             | 10                 | 203      |
| 2018  | 54                                 | 44                          | 11                         | 94                             | 10                 | 213      |

## 2.4 Polttoaineiden hintakehitys

Laivojen polttoaineissa on tapahtunut muutoksia sekä tarjolla olevissa laaduissa että hinnoissa. Vuoden 2015 alusta voimaan tullut polttoaineen rikkipitoisuusrajoitus Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin käsittävällä rikkioksidipäästöjen erityisalueella (SECA, Sulphur Emission Control Area) vaikutti käytettäviin polttoainelaatuuihin. Hinnat taas ovat seuranneet ensisijaisesti raakaöljyn maailmanmarkkinahinnan kehitystä, mutta kysynnän muutoksetkin ovat hintoihin heijastuneet. SECA-alueella polttoaineen rikkipitoisuus saa olla korkeintaan 0,1 prosenttia, jos aluksella ei käytetä ns. rikkipesureita savukaasujen puhdistamiseen. Rajoituksen voimaantulon myötä pesurittomissa aluksissa siirryttiin käyttämään kevyitä polttoöljyjä eli kaasuoöljyä (MGO, marine gas oil) tai meridieselä (MDO, marine diesel oil). Jonkin aikaa myöhemmin markkinoille tuli myös rikkirajan täyttävä hyvin vähärikkinen (max. 0,1 %) raskas polttoöljy (LSFO, low sulphur fuel oil). Rikkipitoisuuden globaali enimmäispitoisuus laskee 0,5 prosenttiin 1.1.2020, millä tulee olemaan taas vaikutuksia sekä hintaan että tarjottaviin laatuuihin. SECA-alueilla säilyy 0,1 prosentin raja.

Aikaisempien tutkimusten tavoin tälläkin kertaa polttoaineen hintatiedot on kerätty Rotterdamin sataman hintojen perusteella. Rikkirajoituksen myötä tarjottavat laadut ovat osin vaihtuneet ja muutamia aiemmin tarjolla olleita laatuja on poistunut markkinoilta. Kuten kuvasta 10 näkyy, raakaöljyn hintakehitystä seuraten laivapolttoaineiden hinnat laskivat rajusti vuoden 2014 aikana, mikä osaltaan kompensoi sitä lisäkustannusta, joka varustamoille tuli kalliimpiin polttoainelaatuuihin siirtymisestä tai rikkipesuri-investoinneista. Vuodesta 2016 eteenpäin hinnat nousivat, kunnes vuoden 2018 loppupuoliskolla hinnat lähtivät jälleen laskuun.



Kuva 10. Laivapolttoaineiden hintakehitys Rotterdamissa 2014–2018.

Aiemmissa aluskustannusselvityksissä käytetty polttoainehinta on laskettu kolmen vuoden keskiarvohintana. Tässä tutkimuksessa siirrytään käyttämään viiden vuoden keskiarvoa, koska myös muiden kuljetusmuotojen eli tie- ja rautatiekuljetusten vastaavat laskelmat tehdään viiden vuoden keskiarvohintaan perustuen. Polttoaineiden hintojen viiden vuoden keskiarvot ovat 293 €/t (IFO 380 HS), 318 €/t (IFO 180 HS) ja 474 €/t (MGO).<sup>3</sup>

Tämän tutkimuksen aluskustannuslaskelmissa alusten on oletettu käyttävän polttoaineena MGO:ta sekä matka-ajossa että satamissa. Suomen ja ulkomaiden välisestä meriliikenteestä pääosa tapahtuu SECA-alueen sisällä. Yhteen polttoainelaatuun päädyttiin, koska aluksissa käytetään joko MGO/MDO:ta tai sitten raskaampaa polttoöljyä rikkipesurin kanssa, jolloin laskelmissa olisi pitänyt huomioida pesurin hankinta- ja käyttökustannukset, joita ei ole saatavilla ja jotka eivät ole samanlaiset eri valmistajien laitteilla ja eri aluksilla. Yksinkertaistamisen vuoksi oletetaan, että pesurin kustannukset vastaavat suurin piirtein raskaan polttoöljyn ja kaasuöljyn välistä hintaeroa.

Nesteytetyn maakaasun (LNG, liquefied natural gas) käyttäminen laivapolttoaineena on yleistynyt viime vuosina, mutta edelleen näitä aluksia on hyvin vähän eikä LNG:stä ole saatavilla avoimia markkinahintatietoja. Kestää vielä pitkään ennen kuin maakaasua voidaan ottaa mukaan aluskustannuslaskelmien yhdeksi polttoainelaaduksi. Polttoainekustannuslaskelmien laatiminen käy jatkuvasti yhä monimutkaisemmaksi, koska polttoainelaatuja tulee lisää. Erilaiset hybridi-ratkaisut, kuten sähköllä ladattavien akkujen käyttö joko täydentävänä tai pääasiallisena voimanlähteenä, yleistyvät. Metanoli ja erilaiset biopolttoaineet ovat myös jo käytössä laivapolttoaineina. Tuulivoimaa hyödynnetään mm. Flettner-roottoreiden eli ns. roottoripurjeiden muodossa. Seuraavat vuodet tulevat olemaan merkittävää tuotekehitysaikaa, koska kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on asettanut tavoitteeksi puolittaa merenkulun kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2050 mennessä vuoden 2008 tasosta.

---

<sup>3</sup> Rotterdamin hinnat ilmoitetaan dollareina. Muunnos euroiksi on tehty €/€-vaihtokurssin viiden vuoden (2014–18) keskiarvon perusteella. IFO (Intermediate fuel oil) on polttoaine, joka on kaasuöljyn ja raskaan polttoöljyn sekoitus, jossa kaasuöljyä on sen verran vähän, että tuote laskeaan raskaaksi polttoöljyksi. Luvut 180 ja 380 tarkoittavat polttoöljyalaadun maksimiviskositeettia. HS-laadun rikkipitoisuus on < 3,5 % ja LS-laadun < 1,0 %.

## 3 Laskentaperusteet ja -menetelmät

### 3.1 Tutkimuksessa huomioidut alustyytit ja -koot

Tutkimuksessa selvitetään kuuden eri alustyytin yksikkökustannukset. Alustyyppien keskimääräiset kustannukset esitetään syväysluokittain. Aluksen syväys on alusliikenteen yksikkökustannusten esittämisen kannalta tärkeä suure, koska kustannuslaskelmien on tarkoitus toimia pääosin vesiväyläinvestointien hankearviointien ja niihin liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien aputyökaluna.

Alukset on jaettu alustyyppien sisällä syväysluokkiin aluksen suurimman mahdollisen kulkusyvyyden mukaan. Syväysluokkia on eri alustyypeissä 6–12 kappaletta. Alustyytit ovat samat kuin edellisessä tutkimuksessa, mutta nyt niiden nimet vastaavat Traficomien ylläpitämää kauppa-alusrekisteriä. Kontti- ja irtolastialukset ovat tiettytyyppisten lastien kuljettamiseen erikoistuneita kuivalastialuksia. Irtolastialukset ja muut kuivalastialukset ovat osin päällekkäisiä alustyyppisiä eli on aluksia, jotka voidaan luokitella kumpaan tahansa tyyppiin.

#### 3.1.1. Konttialukset

Konttialusten lastitilat on varustettu erilaisilla konttijohtimilla, joita pitkin kontit lastataan ja puretaan. Konttialuksissa ei ole pääsääntöisesti lastinkäsittelylaitteita, vaan lastinsiirto-operaatiot suoritetaan käyttämällä satamien erityisiä konttinostureita.

#### 3.1.2. Muut kuivalastialukset

Muut kuivalastialukset -alustyyppi sisältää konventionaaliset kuivalastialukset, joiden lastitila on jaettu kahdesta seitsemään ruumaan ja pää- eli suojakannen lisäksi ruumissa on yleensä yksi tai kaksi välikantta ahtauksen helpottamiseksi. Lastinkäsittely tapahtuu joko aluksen omilla tai sataman nostolaitteilla. Alukset soveltuvat kappaletavaran ja kuivien irtolastien kuljettamiseen. Suojakannen luukkujen päällä voidaan yleensä kuljettaa kansilastia, esimerkiksi kontteja. Konventionaalisista aluksista käytetään yleisesti nimitystä lo-lo-alukset (lift on – lift off).

#### 3.1.3. Irtolastialukset

Varsinaiset irtolasti- eli kuivabulk-alukset on rakennettu kuljettamaan ilman pakkausta tai yksikköä lastiruumaan sijoitettavaa lastia. Tyypillisiä lasteja ovat esimerkiksi kivihiili, malmit, viljat ja lannoitteet. Irtolastialuksissa ei ole yleensä välikansia. Usein irtolastialuksissa ei ole omia lastinkäsittelylaitteita, vaan käsittely tapahtuu satamien kuljettimilla ja nostureilla. Irtolastialuksissa voi olla myös kahmarein varustetut nosturit, joilla lasti pystytään purkamaan omatoimisesti.

### 3.1.4. Säiliöalukset

Säiliö- eli tankkialuksilla kuljetetaan nestemäisiä irtolasteja. Lastien mukaan säiliöalukset jaetaan neljään pääryhmään: raakaöljy-, öljytuote-, kemikaali- ja kaasusäiliöaluksiin. Lastaus ja purkaus tapahtuvat putkistoja pitkin. Lastaus tapahtuu maista pumppaamalla ja purkaus vastaavasti aluksen omilla pumpuilla.

### 3.1.5. Ro-ro-lastialukset

Ro-ro-aluksissa (roll on – roll off) lastinvaihto perustuu pääosin ajomenetelmään. Aluksessa voi olla useita välikansia, ja lastikaistojen yhteenlaskettu pituus voi olla kilometrejä. Lastaus ja purku tapahtuvat siirtämällä lasti pyörillä varustetuilla siirtovälineillä (kuorma-autot, perävaunut, lauttavaunut yms.) yleensä perä- ja keularamppien kautta. Tavarantoimen siirto eri kansille tapahtuu ajoliuskkoja eli aluksen sisäisiä ramppoja pitkin tai käyttämällä lastihissejä. Ro-ro-alusten sovellutuksessa, storo-aluksissa (stowable ro-ro), tavarantoimen siirrossa käytetään ro-ro-lastinkäsittelykalustoa, mutta lasti puretaan ruumassa, jolloin ro-ro-kalusto ei ole mukana merimatkan aikana.

### 3.1.6. Ro-ro-matkustaja-alukset

Ro-ro-matkustaja-aluksista käytetään myös nimiä ropax-alus ja matkustaja-autolautta riippuen siitä, onko alus suunnattu ensisijaisesti rahdin vai matkustajien kuljettamiseen. Ro-ro-matkustaja-alukset eroavat ro-ro-lastialuksista siinä, että niiden matkustajakapasiteetti on huomattava, yleensä vähintään noin sata matkustajaa, kun taas rahtialuksilla suurin sallittu matkustajamäärä on 12 henkilöä. Suuret Suomen vesillä liikennöivät matkustaja-autolautat ottavat noin 2 500 matkustajaa ja sen lisäksi 2 000–3 000 tonnia (700–1 000 kaistametriä) henkilö- ja kuorma-autoja sekä muuta ro-ro-lastia kuten irtoperävaunuja.

Ro-ro-matkustaja-alusten syväykset ovat varsin pieniä verrattuna isojen lastialusten syväyksiin, joten ro-ro-matkustaja-aluksilla ei ole yleensä suurta osuutta väylähankearvioinneissa. Ro-ro-matkustaja-aluksien osalta ei ole laskettu aluskustannuksia kuljetettua lastitonnia kohti, koska ulkomitoiltaan samankokoisten ro-ro-matkustaja-alusten lastinkuljetuskapasiteetit voivat vaihdella huomattavasti.

## 3.2 Alustiedot

Tutkimuksen lähdeaineistossa ovat mukana kaikki Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä vuonna 2018 liikennöineet suomalaiset ja ulkomaalaiset lastialukset sekä ro-ro-matkustaja-alukset. Tutkimuksen pohjana käytetyt tiedot aluskäynneistä ovat peräisin Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien ylläpitämästä alustietokannasta. Tietokannasta on poimittu tutkimusta varten myös tekniset tiedot kaikista vuonna 2018 Suomeen ulkomaanliikenteessä liikennöineistä aluksista. Puuttuvia teknisiä tietoja on täydennetty muista lähteistä.

Vuonna 2018 Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä Suomeen saapui yhteensä 1592 eri alusta, joista konttialuksia oli 118, muita kuivalastialuksia 670, irtolastialuksia 226, säiliöaluksia 350 (sisältää sekä öljy- että kemikaalitankkerit), ro-ro-lastialuksia 67 ja ro-ro-matkustaja-aluksia 27 kappaletta. Loput 134 alusta olivat joko matkustaja-aluksia, erikoisaluksia tai luokkaan "muut alukset" kuuluvia.

Tutkimuksen laskelmat on tehty kuudelle eri alustyyppille (ks. luku 3.1). Alustyyppien keskimääräiset kustannukset on raportoitu tutkimuksessa syväysluokittain erikseen ajo- ja satamavuorokautta kohti koko alukselle ja lastiyskölle (tonni tai konttialusten osalta TEU). Otokseen perustuvia ja laskennallisia alustietoja (syväyksen ja kantavuuden tai TEU-määrän välinen suhde sekä syväyksen ja konetehon suhde) havainnollistavat kuvat ovat liitetiedostoina 3 ja 4. Alusliikenteen yksikkökustannusten laskentaperusteiden vertailu- ja lähtökohdiana on pidetty edellistä tutkimusta vuodelta 2014. Eri kustannustekijöiden laskentaperusteet ja -tavat on määritelty ajanmukaisiksi taustaselvityksen (luku 2), kirjallisten ja tilastollisten lähteiden sekä asiantuntijalausuntojen pohjalta.

### 3.3 Pääomakustannukset

Alusten pääomakustannukset on laskettu alusten hankintahintojen, pitoaikojen ja jäännösarvojen pohjalta, kuten edellisissäkin selvityksissä. Tutkimuksessa on sovellettu vuosien 2006, 2009 sekä 2014 tutkimuksissa kerättyjä alusten hankintahinta-aineistoja. Hinnat on korjattu vastaamaan vuoden 2018 kesäkuun hintatasoa laivanrakennukseen ja -korjaukseen dedikoidun indeksin mukaan korotettuna<sup>4</sup>. Otos kattaa yhteensä 753 aluksen hankintahinnat (taulukko 2).

| Alustyyppi               | Alusten lukumäärä | Hintahaarukka (milj. €) |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|
| Konttialukset            | 37                | 17,5 - 125,6            |
| Muut kuivalastialukset   | 15                | 9,7 - 54,9              |
| Irtolastialukset         | 214               | 8,4 - 88,5              |
| Säiliöalukset            | 314               | 15,5 - 139,6            |
| Ro-ro-lastialukset       | 116               | 11,5 - 150,8            |
| Ro-ro-matkustaja-alukset | 57                | 5,3 - 255,4             |

*Taulukko 2. Tutkimuksessa käytetyn otosaineiston alusten hankintahintatiedot alustyypeittäin.*

Alusten hankintahintojen ja lastikapasiteetin (DWT tai TEU) suhdetta havainnollistavat kuvat ovat liitteessä 6. Vertailtaessa liitteen 6 hankintahinnoista tehtyjä kuvia tulee huomioda, että yksi havaintopiste voi sisältää useita samanlaisia aluksia, mikä johtuu siitä, että otoksessa on useita alussarjoja. Näin ollen taulukon 2 alusten lukumäärät ja liitteen 5 havaintopisteiden määrät hankintahintojen osalta eivät ole näennäisesti yhteneväiset.

Alusten hankintahinnat on kohdistettu ensin annuiteettimenetelmällä vuositasolle käyttäen korkotasona 5 prosenttia, kuten myös tie- ja rautatieliikenteen laskelmissa tehdään. Vuosikustannukset on kohdistettu edelleen vuorokautta kohti vuorokausien (365) lukumäärällä jakamalla.

Aikaisemmissa aluskustannuslaskelmissa alusten pitoaikana on pidetty kahtakymmentä vuotta. Alusten pitoajat vaihtelevat eri alustyypeillä jonkin verran, mutta 20 vuoden pitoaika on teoreettisen laskelman kannalta keskimäärin relevantti aika eikä sitä aiempien asiantuntija-arvioiden mukaan kannata laskelmissa vaihdella eri alustyypeillä.

<sup>4</sup> FRED Economic Data. <https://fred.stlouisfed.org/series/PCU336611336611A>



Alusten jäännösarvon suuruutena laskelmissa on käytetty 10 prosenttia alusten hankintahinnasta (diskontattuna nykypäivään) edellisten tutkimusten tapaan. Laskukaavaksi muodostuu täten

$$\langle \text{pääomakustannukset} \rangle [\text{€}/\text{vrk}] = [\langle \text{hankintahinta} \rangle [\text{€}] - 10 \% [\text{jäännösarvo}] * \{1 / (1 + 5 \%)^{20}\} [\text{diskonttaustekijä}]] * [\{5 \% * (1 + 5 \%)^{20}\} / \{(1 + 5 \%)^{20} - 1\}] [\text{annuiteettitekijä}] / 365 [\text{vrk}].$$

### 3.4 Polttoainekustannukset

Polttoainekustannukset on laskettu Rotterdamin sataman hinnoilla (ks. luku 2.4). Rotterdamin hinta on yleisesti käytetty vertailuhinta merenkulkualalla Euroopassa. Lisäksi Rotterdamin hintatasosta on yleisistä lähteistä saatavilla kaikkein kattavin aikasarja, koska alan lehdistö ja sähköiset tietolähteet (esim. [www.bunkerindex.com](http://www.bunkerindex.com)) noteeraavat päivittäin sataman polttoaineen hintatason. Polttoainekustannusten pienten aikavälien suurien hintaheilahtelujen vääristävän vaikutuksen välttämiseksi laskelmissa on käytetty viiden vuoden keskiarvoa Väyläviraston hankearviointiohjeistuksen päivituksen mukaisesti, jotta käytäntö on sama kuin tie- ja rautatieliikenteessä.

Alusten keskimääräinen polttoaineen kulutus matka-ajossa on laskettu tyyppi- ja syväysluokittain käytössä olleen alustietokannan pohjalta käyttämällä laskukaavaa

$$\langle \text{kulutus} \rangle [\text{t}/\text{vrk}] = [0,0002 [200 \text{ g/kWh}] * 0,7 * \langle \text{maksimikoneteho} \rangle [\text{kW}] + 5 \% [\text{voiteluaineet}]] * 24 [\text{h}].$$

Alusten pääkoneiston keskimääräisenä ominaiskulutuksena on laskelmissa yhdenmukaisuuden vuoksi käytetty kaikille alustyypeille arvoa 200 g/kWh, koska samaa arvoa on käytetty myös Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 2012:ssa. Laskukaavaa on muutettu edellisestä tutkimuksesta siten, että matka-ajossa käytettävä keskimääräinen koneteho on 70 prosenttia aluksen maksimikonetehosta. Aiemmin käytettiin 80 prosentin konetehoa, mutta se on useammissa asiantuntija-arvioissa ja muiden laskelmien perusteella todettu liian suureksi. Osittain tähän on vaikuttanut se, että alukset pyrkivät säästämään polttoainetta ajamalla aiempaa alhaisemmalla nopeudella.

Käytetyn konetehon alentamista puoltaa sekin, että nopeuden lasku on yksi keinoista vähentää alusliikenteen päästöjä. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on asettanut tavoitteeksi puolittaa meriliikenteen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2050 mennessä vuoden 2008 tasosta. IMO:ssa on alettu keskustella nopeusrajoitusten asettamisesta laivoille, joten konetehoa todennäköisesti vähennetään jatkossa enemmänkin. Alus- ja reittikohtaiset erot ovat kuitenkin huomattavia. Lisäksi sää- ja jääolosuhteet vaikuttavat käytettävään konetehoon. Liitteen 1 alustiedoissa esitettävät nopeudet kuvaavat alusten tyyppillistä matkanopeutta perustuen Itämerellä kerättyyn AIS-dataan<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> AIS (Automatic Identification System) on alusten tunnistamiseen ja sijainnin määrittämiseen käytetty järjestelmä. Data: Jalkanen 2019.

Alusten polttoaineen kulutustietoja ei ole laajemmin systemaattisesti saatavilla. Ajonaikaiset polttoainekustannukset on laskettu käyttäen kaasuöljyn (MGO) hintaa. Tähän on päädytty siksi, että vuoden 2015 alusta voimaan tulleen rikkipäästöjen rajoituksen vuoksi SECA-alueella valtaosa aluksista käyttää sitä alusten pääkoneiden polttoaineena. Jos aluksessa on pakokaasujen puhdistuslaite, rikkipesuri eli skrubberi, niin raskasta polttoöljyä voi edelleen käyttää. Laskelmassa käytetään yksinkertaistuksen vuoksi kuitenkin kaikille aluksille vain MGO:n hintaa, koska skrubbereilla on hankinta- ja käyttökustannukset, joiden tässä yhteydessä arvioidaan vastaavan suurin piirtein eri polttoainelaatujen välistä hintaeroa.

Satamavuorokausien polttoainekulutukset on laskettu apukonetehtojen perusteella em. kulutuskaavaa käyttäen. Apukonetehtojen on määritetty pääkonetehtojen perusteella MEERI 2012:a apuna käyttäen. Pienemmillä aluksilla on suhteessa suuremmat polttoainekustannukset satamavuorokausina kuin suurilla aluksilla. Satamavuorokausina energiaa kuluu lähinnä kansirakennuksen lämmittämiseen, valaistukseen yms. Pienten alusten kansirakennukset (ja miehistömäärä) ovat suhteessa suuremmat kuin suurilla aluksilla, joten myös niiden polttoainekustannukset satamassa ovat suhteessa suuria aluksia suuremmat. Tässäkin on alustyyppikohtaisia eroja esimerkiksi lastiruumien ja -tankkien lämmitystarpeesta riippuen. Satamavuorokausien polttoainekustannukset on laskettu meriliikenteen kaasuöljyn (MGO) hinnan perusteella, koska satamassa alukset käyttävät apukoneitaan tarvitsemansa energian tuotantoon. Apukoneiden maksimikonetehto lasketaan seuraavalla kaavalla MEERI 2012 -laskentajärjestelmän tietojen pohjalta laskettua regressioyhtälöä apuna käyttäen

$$\text{<apukoneiden maksimikonetehto>[kW]} = 257,904 \text{ [vakio]} + 0,089 \text{ [kulmakerroin]} \\ * \text{<pääkoneen maksimikonetehto>[kW]}$$

ja ro-ro-matkustaja-alusten apukoneiden maksimikonetehto kaavalla

$$\text{<apukoneiden maksimikonetehto>[kW]} = 0,1 * \text{<pääkoneen maksimikonetehto>[kW]}.$$

Maasähkön käyttö apukoneiden tuottaman sähkön sijaan satamassa olon aikana on vähitellen lisääntymässä. Maasähkön käyttö vähentää sekä alusten päästöjä ilmaan että melua ja on siten yksi keino pienentää laivaliikenteen ympäristövaikutuksia. Tällä hetkellä Suomessa maasähköä käyttävät isommista aluksista vain muutamat säännöllisen linjaliikenteen matkustaja-autolautat Helsingissä, mutta esimerkiksi Ruotsissa ollaan jo pidemmällä maasähkön hyödyntämisessä. Siinä vaiheessa, kun maasähkö alkaa merkittävässä määrin korvata apukoneiden käyttöä satamissa, pitää se huomioida myös aluskustannuslaskelmissa.

Laskelmien suorittamisessa on siis tarvittu tietoja polttoainehintojen keskiarvosta, alusten konetehtoista sekä polttoaineen kulutustiedoista. Polttoaineiden dollaripohjaisten hintojen muuntamisessa euromääräisiksi on käytetty valuuttakurssin viiden vuoden keskiarvoa (1 dollari = 0,854 euroa).

## 3.5 Miehituskustannukset

Miehituskustannusten laskemisen lähtökohtana ovat suomalaiset ulkomaanliikenteessä liikennöivät alukset. Laskelmia varten tarvittiin tiedot keskikuukausipalkoista luontoisetuineen ammattiryhmittäin sekä miehitystodistuksia eri alustyypeistä ja syväysluokista. Palkka- ja miehitystietoja käyttämällä on laskettu kunkin alustyyppin ja syväysluokan miehityskustannukset kuukaudessa. Lopuksi kuukausikustannus on jaettu päiväkohtaiseksi jakamalla kuukausikustannukset kalenteripäivillä (30).

Merimieseläkekassalta saatiin keskikuukausipalkat luontoisetuineen vuonna 2018 kaikkien varustamojen osalta ja eri ammattikoodien mukaan. Keskikuukausipalkat luontoisetuineen kuvaavat kokonaispalkkoja, joiden mukaan työnantajat ovat maksaneet MEL-eläkevakuutusmaksun. Palkkasummat sisältävät veron, eläkemaksut, työttömyysvakuutusmaksut sekä MEPA-maksut<sup>6</sup>.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomilta saatiin 212 miehitystodistusta eri tyyppi- ja kokoluokkien aluksista. Tämän tutkimuksen miehityskustannusten laskelmat perustuvat 93 eri aluksen miehistömääriin. Kaikki nämä ovat ulkomaanliikenteen aluksia. Alusten miehistömääränä laskelmissa on käytetty alukselle ulkomaanliikenteessä asetettua vähimmäisvaatimusta.

Suomalaisilla aluksilla käytettävä laivahenkilöstön vuorottelujärjestelmä on huomioitu laskelmissa käyttämällä lastialuksilla kerrointa 2,10 ja ro-ro-matkustaja-aluksilla kerrointa 2,15. Kertoimet kattavat sairauslomapäivät, osittain vuosiloman sekä koulutuspäivät.

Konttialusten osalta miehityskustannukset on arvioitu samankokoisten muiden kuivalastialusten mukaan, koska Suomen rekisterissä ei ole tarpeeksi konttialuksia, jotta miehityskustannusten kehitystä voisi tilastollisesti arvioida. Konttialusten miehitys vastaa samankokoisten muiden kuivalastialusten miehitystä, joten miehityskustannusten johtaminen sitä kautta on mielekästä.

Miehityskustannukset on aiemmista tutkimuksista poiketen laskettu nyt bruttona eikä enää nettona. Kustannuksista ei siis ole vähennetty ns. miehistötukea eli ennakonpidätyksiä ja sosiaaliturvamaksuja, jotka Suomessa käytössä olevan palautusmenettelyn mukaisesti valtio palauttaa varustamoille. Palkkakustannukset on kohdistettu aluksille Traficomilta saatujen miehitystodistusten perusteella. Toteutuneiden miehityskustannusten perusteella on regressioanalyysin avulla arvioitu miehityskustannusten kehitystä alustyyppien sisällä eri kokoluokissa. Bruttopohjaiseen laskutapaan päädyttiin, koska alusliikenteen yksikkökustannusten laskennassa käytetään yhteiskuntataloudellista lähestymistapaa, jossa kaikki kustannukset tulevat kuitenkin jonkun maksettaviksi.

Koska tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kaikkien eri lippujen alla purjehtivien Suomeen liikennöivien alusten keskimääräiset miehityskustannukset alustyypeittäin ja kokoluokittain, on miehityskustannusten suuruus määritetty painottamalla suomalaisen aluksen miehityskustannuksia arvioilla tärkeimpien lippumaitten kustannustasosta alustyypeittäin (taulukko 3). Kunkin alustyyppin

<sup>6</sup> MEPA-maksujen periminen ja maksaminen Merimiespalvelutoimistolle ovat varustamojen lakisääteisiä tehtäviä. Maksuilla rahoitetaan Merimiespalvelutoimiston merenkulkijoille tuottamia palveluita.

osalta laskelmissa on otettu huomioon kaikki ne lippumaat, joiden osuus on yli 5 prosenttia tarkastellussa alustyyppissä. Loput käynnit jakautuvat monien eri maiden alusten kesken. Alusten koko lippujakauma on liitteessä 6.

Eri lippujen kustannustasoarviot perustuvat eri varustamoista ja varustamojen toimialajärjestöstä aiempien aluskustannustutkimusten yhteydessä saatuihin arvioihin. Myös tätä tutkimusta varten pyydettiin varustamoalan edustajilta arvioita, ovatko kustannustasoerot edelleen samat, mutta uusia arvioita ei saatu. Tämän vuoksi muiden maiden lippujen alla kulkevien alusten kustannustason arvioinnissa suhteessa suomalaiseen on tässä käytetty samoja kertoimia kuin edellisessä tutkimuksessa. Niille lippuvaltioille, joita ei ollut viime kerralla mukana, on arvioitu kertoimet mahdollisimman samankaltaisen kustannustason verrokkimaan mukaisesti.

Kertoimet on aikanaan arvioitu suhteessa suomalaisiin nettokustannuksiin. Periaatteessa kertoimia olisi pitänyt nyt muuttaa bruttokustannuksiin suhteutetuiksi. Koska niihin kuitenkin liittyy merkittävää epävarmuutta jo nyt mm. eri maiden kustannuskehityksessä tapahtuneiden muutosten vuoksi, ei niiden muuttaminen ilman päivitettyä tietoa noista taustamuutoksista välttämättä johda parempaan lopputulokseen. Mahdollisessa seuraavassa päivitystutkimuksessa suomalaisten ja ulkomaisten alusten miehityskustannuserojen selvittämiseen on erityisesti panostettava, jotta tiedot saadaan ajantasaisiksi.

Tässä tutkimuksessa käytetyt miehityskustannukset on laskettu kertomalla keskimääräisen suomalaisaluksen miehityskustannukset taulukossa 3 esitetyillä alustyyppikohtaisilla miehityskustannuskertoimilla.<sup>7</sup> Suomalaisilla aluksilla kerroin on 1.

Edellä mainittujen tietojen avulla miehityskustannukset lasketaan kaavalla

$\text{<miehityskustannukset>[€/vrk]} = \text{<miehistömäärä ammattiryhmittäin>} * \text{<keskimääräinen bruttopalkka Suomen lipun alla olevilla aluksilla ammattiryhmittäin>[€/vrk]} * 2,10 \text{ tai } 2,15 * \text{<miehityskustannuskerroin>}$

<sup>7</sup> Kontti-, muu kuivalasti-, irtolasti- ja ro-ro-lastialuksille on laskettu yhteinen miehityskustannuskerroin näihin alustyyppeihin kuuluvien aluksien kertoimien keskiarvosta. Säiliö- ja ro-ro-matkustaja-alusten kohdalla on käytetty omia miehityskustannuskertoimia. Keskikukausipalkkatilastossa miehistön nimikkeet ja palkat ovat samat kaikilla kuivarahtialuksilla.

**Taulukko 3.** *Miehityskustannusten suuruuden määrittelyssä käytetyt eri alustyyppien miehityskustannuskertoimet, jotka on laskettu painottamalla Suomen satamien vuoden 2018 aluskäyntien lukumäärät lippumaittain.*

| Lippumaa                      | Aluskäyntien lukumäärä | Lippumaan osuus huomioiduista | Kustannustaso suhteessa suomalaiseen | Miehityskustannuskertoimet |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| <b>Konttialukset</b>          |                        |                               |                                      |                            |
| AG - Antigua ja Barbuda       | 265                    | 22 %                          | 0,40                                 |                            |
| CY - Kypros                   | 220                    | 19 %                          | 0,50                                 |                            |
| PT - Portugali                | 216                    | 18 %                          | 0,70                                 |                            |
| DE - Saksa                    | 143                    | 12 %                          | 0,75                                 |                            |
| NL - Alankomaat               | 126                    | 11 %                          | 0,85                                 |                            |
| FI - Suomi                    | 109                    | 9 %                           | 1,00                                 |                            |
| LR - Liberia                  | 102                    | 9 %                           | 0,40                                 |                            |
| Yllä olevat yhteensä          | 1 181                  |                               |                                      | <b>0,62</b>                |
| Kaikki yhteensä               | 1 492                  |                               |                                      |                            |
| Huomioitujen osuus            | 79 %                   |                               |                                      |                            |
| <b>Muut kuivalastialukset</b> |                        |                               |                                      |                            |
| NL - Alankomaat               | 1 251                  | 31 %                          | 0,85                                 |                            |
| FI - Suomi                    | 844                    | 21 %                          | 1,00                                 |                            |
| AG - Antigua ja Barbuda       | 452                    | 11 %                          | 0,40                                 |                            |
| CY - Kypros                   | 444                    | 11 %                          | 0,50                                 |                            |
| GI - Gibraltar                | 393                    | 10 %                          | 0,50                                 |                            |
| RU - Venäjä                   | 345                    | 9 %                           | 0,50                                 |                            |
| GB - Iso-Britannia            | 275                    | 7 %                           | 0,75                                 |                            |
| Yllä olevat yhteensä          | 4 004                  |                               |                                      | <b>0,72</b>                |
| Kaikki yhteensä               | 4 676                  |                               |                                      |                            |
| Huomioitujen osuus            | 86 %                   |                               |                                      |                            |
| <b>Irtolastialukset</b>       |                        |                               |                                      |                            |
| NL - Alankomaat               | 141                    | 35 %                          | 0,85                                 |                            |
| FI - Suomi                    | 70                     | 17 %                          | 1,00                                 |                            |
| CY - Kypros                   | 51                     | 13 %                          | 0,50                                 |                            |
| PA - Panama                   | 40                     | 10 %                          | 0,40                                 |                            |
| AG - Antigua ja Barbuda       | 39                     | 10 %                          | 0,40                                 |                            |
| MH - Marshallsaaret           | 35                     | 9 %                           | 0,40                                 |                            |
| SE - Ruotsi                   | 30                     | 7 %                           | 1,00                                 |                            |
| Yllä olevat yhteensä          | 406                    |                               |                                      | <b>0,72</b>                |
| Kaikki yhteensä               | 547                    |                               |                                      |                            |
| Huomioitujen osuus            | 74 %                   |                               |                                      |                            |
| <b>Säiliöalukset</b>          |                        |                               |                                      |                            |
| NO - Norja                    | 368                    | 25 %                          | 1,00                                 |                            |
| FI - Suomi                    | 285                    | 19 %                          | 1,00                                 |                            |
| DK - Tanska                   | 208                    | 14 %                          | 0,90                                 |                            |
| NL - Alankomaat               | 195                    | 13 %                          | 0,85                                 |                            |
| MT - Malta                    | 171                    | 11 %                          | 0,50                                 |                            |
| SE - Ruotsi                   | 134                    | 9 %                           | 1,00                                 |                            |
| PT - Portugali                | 129                    | 9 %                           | 0,70                                 |                            |
| Yllä olevat yhteensä          | 1 490                  |                               |                                      | <b>0,88</b>                |
| Kaikki yhteensä               | 1 867                  |                               |                                      |                            |
| Huomioitujen osuus            | 80 %                   |                               |                                      |                            |

| Lippumaa                        | Aluskäyntien lukumäärä | Lippumaan osuus huomioiduista | Kustannustaso suhteessa suomalaiseen | Miehitys-kustannus-kertoimet |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <b>Ro-ro-lastialukset</b>       |                        |                               |                                      |                              |
| FI - Suomi                      | 1 141                  | 39 %                          | 1,00                                 |                              |
| EE - Viro                       | 976                    | 34 %                          | 0,70                                 |                              |
| NL - Alankomaat                 | 485                    | 17 %                          | 0,85                                 |                              |
| GB - Iso-Britannia              | 287                    | 10 %                          | 0,75                                 |                              |
| Yllä olevat yhteensä            | 2 889                  |                               |                                      | <b>0,85</b>                  |
| Kaikki yhteensä                 | 3 356                  |                               |                                      |                              |
| Huomioitujen osuus              | 86 %                   |                               |                                      |                              |
| <b>Ro-ro-matkustaja-alukset</b> |                        |                               |                                      |                              |
| FI - Suomi                      | 4 802                  | 45 %                          | 1,00                                 |                              |
| EE - Viro                       | 3 995                  | 37 %                          | 0,70                                 |                              |
| SE - Ruotsi                     | 1 988                  | 18 %                          | 1,00                                 |                              |
| Yllä olevat yhteensä            | 10 785                 |                               |                                      | <b>0,89</b>                  |
| Kaikki yhteensä                 | 10 905                 |                               |                                      |                              |
| Huomioitujen osuus              | 99 %                   |                               |                                      |                              |

### 3.6 Muut aluskustannukset

Muut aluskustannukset sisältävät korjaus- ja kunnossapitokustannukset, vakuutuskustannukset sekä yleiskustannukset. Korjaus- ja kunnossapitokustannusten suuruutena on käytetty 4 prosenttia aluksen hankintahinnasta vuodessa. Edellisessä tutkimuksessa prosenttilukuna oli 2, mutta sitä nostettiin saadun asiantuntija-arvion perusteella.<sup>8</sup> Korjaus- ja kunnossapitokustannusten suuruus riippuu paljon esimerkiksi alusten iästä. Välillä kustannukset saattavat olla suuria, esimerkiksi vahingot voivat kasvattaa kustannuksia yllättäen, kun taas joinakin vuosina kustannukset pysyvät vähäisempinä. Korjaus- ja kunnossapitokustannukset lasketaan siis kaavalla

$$\text{<korjaus- ja kunnossapitokustannukset> [€/vrk]} = \text{<hankintahinta> [€]} * 4 \% / 365 \text{ [vrk]}$$

Kuten aikaisemmissa aluskustannuslaskelmissa on myös tällä kerralla käytetty vakuutuskustannusten laskennallisena suuruutena 1,25 prosenttia aluksen hankintahinnasta vuodessa. Lukuun sisältyvät pelkästään alukseen kohdistuvat vakuutukset (mm. kasko ja laivanomistajan vastuuvakuutus P&I). Vakuutuksia ei ole ongelmattonta verrata aluksen hankintahintaan, koska todellisuudessa esimerkiksi vastuuvakuutus vaihtelee suuresti eri syiden vuoksi alus- ja lastityypin mukaan. Vakuutusmaksut vaihtelevat eri varustamojen kesken ja lisäksi esimerkiksi mahdolliset tapahtuneet vahingot vaikuttavat hintoihin merkittävästi. Vakuutuskustannukset lasketaan kaavalla

$$\text{<vakuutuskustannukset> [€/vrk]} = \text{<hankintahinta> [€]} * 1,25 \% / 365 \text{ [vrk]}$$

<sup>8</sup> Olof Widén, sähköinen tiedonanto

Yleiskustannukset on laskettu vakiintuneen tavan mukaan siten, että ne kattavat 8 prosenttia pääoma-, vakuutus-, miehitys-, kunnossapito- ja korjauskustannusten summasta

$$\langle \text{yleiskustannukset} \rangle [\text{€/vrk}] = \Sigma [\text{pääoma-, vakuutus-, miehitys-, korjaus- ja kunnossapitokustannukset}] [\text{€/vrk}] * 8 \%$$

### 3.7 Alusliikenteen päästöjen yksikkökustannukset

Pakokaasupäästöjen yksikköarvoilla kuvataan vesiliikenteen päästöjen aiheuttamia terveysvaikutusten ja luontovaikutusten haittoja. Terveysvaikutuksilla on suurempi painoarvo. Arvottaminen tapahtuu huomioimalla VTT:n LIPASTO-mallijärjestelmän raportoimat keskeiset päästölajit.

Alusliikenteen yksikkökustannukset 2018 -tutkimuksessa esiteltyihin aluskustannuksiin ei ole sisällytetty alusliikenteen päästökustannuksia. Hankearviointien yhteiskuntataloudellisessa tarkastelussa ne kuitenkin otetaan huomioon, jonka vuoksi taulukossa 4 on esitetty vesiliikenteen päästökomponenttien yksikkökustannukset. Suomalaisten aineistojen pohjalta määritetyt päästökustannusten yksikköarvot julkaistiin Liikenneviraston vuonna 2012 julkaisemassa tutkimusraportissa Liikenteen päästökustannukset (Gynther ym. 2012). Tulokset on hiilidioksidipäästöjä lukuun ottamatta päivitetty nyt vuoden 2018 tasoon korottamalla niitä 3,1 prosenttia.

Taulukko 4. Vesiliikenteen päästöjen yksikkökustannukset, euroa/tonni (2018 hinnat).

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Hiukkaset<sup>1</sup>:</b>          |                                  |
| <b>väylä satama</b>                    | <b>3 355 €</b><br><b>7 024 €</b> |
| SO <sub>2</sub> ja sulfaatit           | 384 €                            |
| NO <sub>x</sub> ja nitraatit           | 313 €                            |
| CO <sub>2</sub>                        | 77 €                             |
| HC (ml. CH <sub>4</sub> ) <sup>2</sup> | 33 €                             |
| CH <sub>4</sub> <sup>2</sup>           | 864 €                            |
| N <sub>2</sub> O                       | 12 760 €                         |

<sup>1</sup>Kustannuksissa mukana vain kauppamerenkulku.

<sup>2</sup>Metaanin (CH<sub>4</sub>) kokonaishaitta on 897 €/tonni, joka muodostuu ilmastonmuutoksen ja otsonin vaikutuksista.

### 3.8 Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa suoritettut tilastoanalyysit on pääosin tehty yhden selitettävän ja yhden selittävän muuttujan regressioanalyysillä. Selittävänä muuttujana on suurimmaksi osaksi käytetty aluksen syväystä. Suurin osa muuttujista oli sellaisia, joiden välille on löydettävissä melko yksinkertainen lineaarinen riippuvuussuhde. Niiden muuttujien osalta, joiden välistä yhteyttä ei kyetty selittämään lineaarisella funktiolla, suoritettiin jokin muunnos, jolla yhteys selitettävän ja selittävän muuttujan välillä saatiin muunnettua lineaariseen muotoon. Käytännössä muunnos tarkoitti selitettävän muuttujan muuntamista neliöjuurifunktion

avulla, jolloin selitettävänä olikin kyseisen muuttujan neliöjuuri varsinaisen muuttujan sijaan.

Teknisten tietojen osalta tilastollisessa analyysissä käytetty tietokanta sisältää kaikki vuoden 2018 aikana Suomen ja ulkomaiden välisessä meriliikenteessä Suomeen saapuneet alukset. Alusten puuttuvia tietoja haettiin mahdollisuuksien mukaan eri lähteistä. Alusten lastikapasiteetti (tonnia) on laskettu alusten dwt:stä. Laskemisessa on käytetty samoja kertoimia (tonnia/dwt) kuin edellisissä tutkimuksissa ja ne vaihtelevat alustyypeittäin (irtolastialukset: 0,93, säiliöalukset: 0,94, muut kuivalastialukset: 0,94 ja ro-ro-lastialukset: 0,86). Konttialusten kohdalla on kuljetusyksikkönä käytetty tonnien sijaan TEU-määrää, koska se kuvaa aluskustannusten alenemista suhteessa kuljetettuun tavaramäärään konttialusten osalta paremmin kuin tonnimäärään perustuva laskelma skaalaedun näkyessä selvästi.

Vuoden 2006 ja 2009 selvityksissä nopeustiedot perustuivat erikseen haettuihin tietoihin eri alustyypeittäin ja syväysluokittain. Vuoden 2014 selvityksessä alusten nopeudet on laskettu vertailemalla konetehtojen muutoksia aikaisempien tutkimusten konetehtoihin. Tässä uudessa vuonna 2019 tehdyssä tutkimuksessa on sovellettu todellisia mitattuja alustyyppien keskinopeuksia syväysluokittain<sup>9</sup>. Tällä on ollut merkittävä vaikutus liitteessä 1 esitettyihin nopeuksiin. Pudotus on ollut alustyyppistä ja -koosta riippuen yhdestä jopa kymmeneen solmuun. Pudotus on ollut suurempaa isojen alusten kohdalla, koska aiemmin käytetty nopeusarvon laskentamenetelmä perustui konetehtoon ja näin ollen konetehton kasvessa myös nopeusarvo suureni jokaisessa syväysluokassa. Suurinta pudotus on ollut konttialuksilla ja matkustaja-autolautoilla eli aluksilla, joilla tekniset maksiminopeudet ovat korkeat, mutta jotka todellisuudessa liikennöivät joko polttoaineen kulutusta pienentääkseen hitaammin tai matkanopeus vaihtelee suuresti eri väyläosuuksilla (nopeusrajoitetut saaristo-osuudet).

Tutkimuksen osalta ongelmalliseksi muodostui osittain aineiston voimakas keskittyminen tiettyihin kokoluokkiin. Sama ongelma on esiintynyt myös aiemmissa selvityksissä. Käytetyn pienimmän neliösumman menetelmän takia aineiston keskittyminen aiheuttaa osittain sen, että mallilla saavutetaan melko korkea selityssaste, mutta siitä huolimatta mallin ennustavuus suhteessa alkuperäiseen aineistoon voi jäädä heikoksi. Tuloksia käytettäessä tulee muistaa, että luvut perustuvat matemaattisiin menetelmiin ja tehtyihin arvioihin. Todellisuudessa eri alusten kustannukset vaihtelevat hieman alustyyppien ja -kokoluokkien sisällä. Absoluuttisia lukuja oleellisempaa työssä onkin pidetty sitä, että lopullisissa tuloksissa tulevat esille aluskustannusten suhteelliset erot alustyyppien ja -kokojen välillä.

### 3.9 Verojen käsittely

Liikenneviraston vuonna 2011 julkaiseman liikenneväylien hankearvioinnin yleisohjeen mukaan ylijäämien muutokset kuvataan verollisin hinnoin. Hankearvioinneissa käsitellään eri kustannuseriä ilman arvonlisäveroa, mutta vähennyskeltottomat verot otetaan huomioon. Myös kansainvälisesti yleinen käytäntö on arvioida ylijäämien arvoa verollisin hinnoin ja esittää sitten verotulojen muutokset erimerkkisenä julkisen sektorin kohdalla.

<sup>9</sup> AIS-dataan perustuva aineisto Itämeren alusliikenteen keskinopeuksista alustyypeittäin v. 2018.



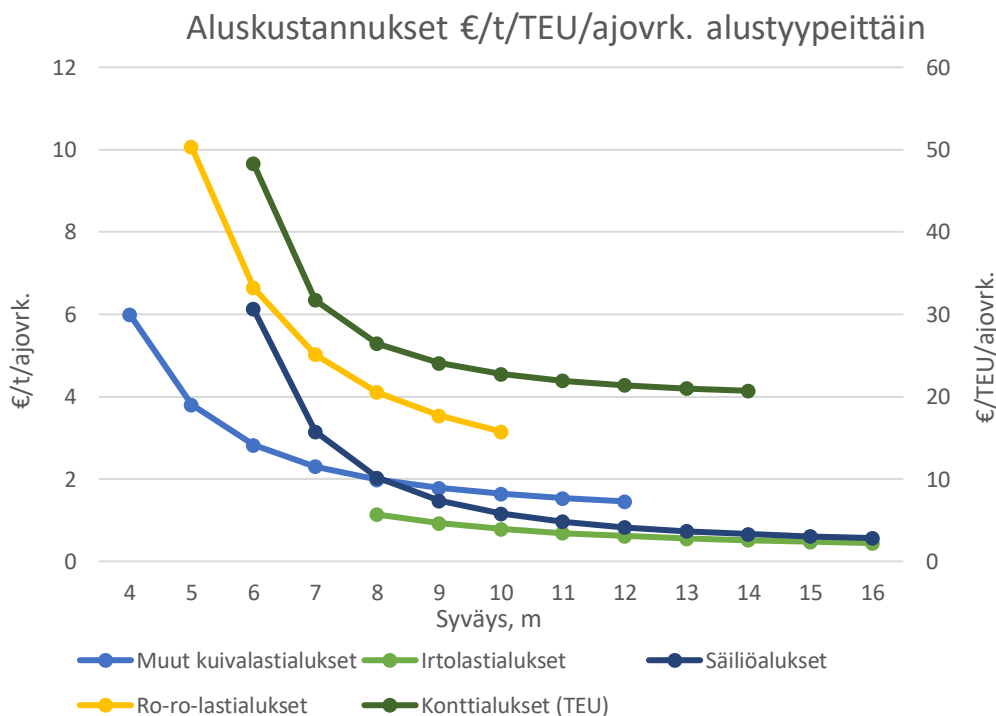
Kansainvälisen vesiliikenteen polttoaineet ovat yleisesti valmiste- ja arvonlisäverottomia ja myös kotimaan kaupallisessa vesiliikenteessä käytetyt polttoaineet ovat verottomia ja huoltovarmuusmaksuttomia. Veroluonteista väylämaksua ei ole sisällytetty laskelmiin kuten ei myöskään luotsaus- ja satamamaksuja. Mahdollisia telakka- tai muita yritystukia ei oteta alusten hankintahinnoissa huomioon.

Miehityskustannukset sisältävät kaikki palkkoihin liittyvät verot ja muut lakisääteiset maksut suomalaisten merenkulkijoiden työehtosopimusten mukaisesti. Miehituskustannuslaskelmissa on muiden lippumaiden kustannustasot laskettu prosentteina suomalaisesta, minkä johdosta nämä suomalaiset verot ja maksut ovat mukana myös niissä riippumatta siitä, mitkä ovat kunkin lippumaan todelliset verot ja maksut.

## 4 Alusliikenteen yksikkökustannukset

Tässä luvussa esitetään keskeisimmät alusliikenteen yksikkökustannukset alustyypeittäin. Aluskustannuksista tehtyjen laskelmien yksityiskohtaiset tulokset ovat liitteessä 1. Tulokset on esitetty alustyypeittäin eri syväysluokissa, mikä tekee tulosten hyödyntämisen väyläinvestointien arvioinnin kannalta mahdollisimman helpoksi. Ne vertailut, jotka on voitu tehdä vuoden 2014 tutkimuksen lukuihin, esitetään johtopäätöksissä luvussa 6.

On huomioitava, että laskelmat on tehty tilastollisin menetelmin käyttäen pohja-aineistona olemassa olevien todellisten alusten tietoja. Kunkin syväysluokan kohdalla oleva aluksen kokoa ilmaiseva arvo (TEU tai DWT) on saatu tilastollisen regression avulla eikä se välttämättä ole yksittäisen syväysluokan ns. keskiarvoaluksen arvo. Regressio ottaa huomioon koko havaintojoukon ja tasoiittaa ääriarvojen vaikutusta. Kuvassa 11 on esitetty koottuna kuvaajat aluskustannuksista kuljetettua lastitonnia tai konttialusten osalta yhtä TEU-yksikköä kohti vuorokaudessa eri alustyypeittäin syväysluokkien mukaan. Ro-ro-matkustaja-alukset eivät ole tässä mukana, koska niiden kuljettamaa lastimäärää ei ole realistista laskea samalla tavalla kuin muiden alustyyppien.



Kuva 11. Aluskustannukset ajossa [€/t tai €/TEU (konttialukset)/vrk] eri alustyypeittäin.

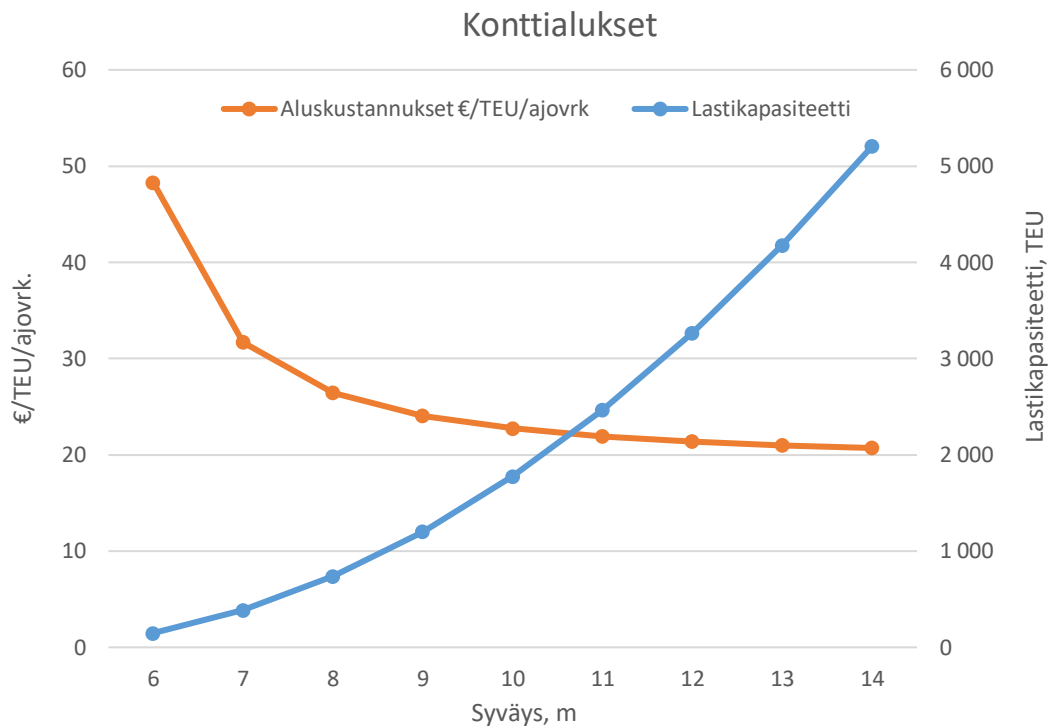
## 4.1 Konttialukset

Konttialusten kustannusrakenteessa korostuu suurempi polttoaineenkulutus verrattuna muihin kuivalastialuksiin. Konttialuksilla kuljetetaan yksikköhinnoitellaan arvokkaampaa tavaraa, minkä vuoksi ne on suunniteltu kulkemaan nopeammin kuin muut kuivalastialukset. Suurempi nopeus puolestaan vaatii suurempaa konetehoa. Viime vuosina konttialusten nopeutta on kuitenkin laskettu jonkin verran polttoaineen säästämiseksi ja ilmaan tapahtuvien päästöjen vähentämistavoitteet aiheuttavat myös painetta alentaa kulkunopeutta. Konttialusten aluskustannukset syväysluokittain on esitetty taulukossa 5.

*Taulukko 5. Konttialusten aluskustannukset syväysluokittain.*

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/TEU/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/TEU/satamavrk. |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| 6           | 7 160                              | 5 214                                 | 48,28                                  | 35,16                                     |
| 7           | 12 274                             | 7 059                                 | 31,71                                  | 18,24                                     |
| 8           | 19 522                             | 9 644                                 | 26,45                                  | 13,06                                     |
| 9           | 28 903                             | 12 968                                | 24,05                                  | 10,79                                     |
| 10          | 40 417                             | 17 033                                | 22,74                                  | 9,58                                      |
| 11          | 54 065                             | 21 838                                | 21,93                                  | 8,86                                      |
| 12          | 69 845                             | 27 382                                | 21,38                                  | 8,38                                      |
| 13          | 87 759                             | 33 667                                | 21,00                                  | 8,06                                      |
| 14          | 107 806                            | 40 692                                | 20,71                                  | 7,82                                      |

Regressiokäyrä aliarvioi kaikkein suurimpien aluksien, joiden syväys on 14 metriä tai enemmän, konttikapasiteetin voimakasta kasvua. Yksittäisten alushavaintojen perusteella voi todeta, että suurimpien alusten todellinen TEU-luku on suurempi kuin laskelmien perusteena käytetty regression avulla saatu laskennallinen TEU-luku. Näin ollen aluskustannukset kuljetettua TEU-yksikköä kohti alenevat syväykseltään yli 14 metrin aluksilla kuvan 12 käyrää voimakkaammin. Tällä ei kuitenkaan ole erityisen suurta merkitystä näiden laskelmien hyödyntämisessä Suomessa, sillä näin suuria konttialuksia ei Suomen satamissa käy.



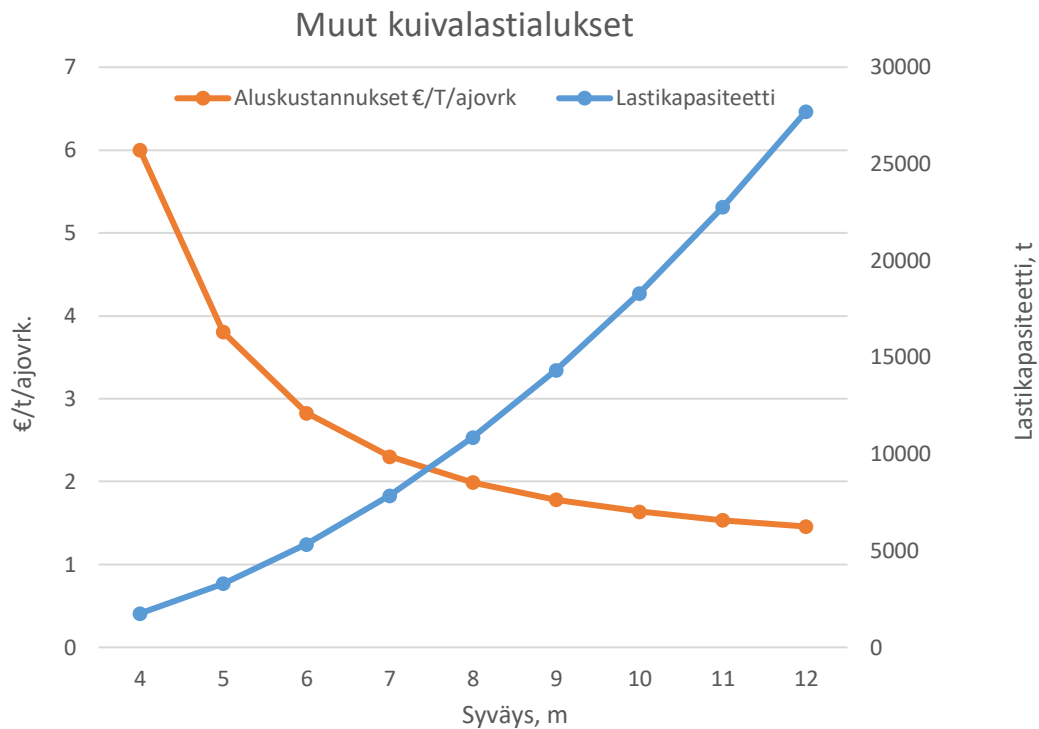
Kuva 12. Konttialusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

## 4.2 Muut kuivalastialukset

Muut kuivalastialukset –alustyyppi sisältää erilaisia ja erikokoisia aluksia, joilla kuljetetaan mm. kappaletavaraa ja kuivia irtolasteja. Alusten soveltuminen erilaisten tavaralajien kuljettamiseen on niille ominaista. Suurin osa Suomen liikenteessä olevista alustyyppien aluksista on varsin pieniä. Muiden kuivalastialusten aluskustannukset syväysluokittain on esitetty taulukossa 6 ja kuvassa 13 näkyy aluskustannusten ja lastikapasiteetin kehitys syväysluokittain.

Taulukko 6. Muiden kuivalastialusten aluskustannukset syväysluokittain.

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/satamavrk. |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 4           | 10 532                             | 9 367                                 | 6,00                                 | 5,33                                    |
| 5           | 12 563                             | 10 352                                | 3,80                                 | 3,13                                    |
| 6           | 15 082                             | 11 560                                | 2,83                                 | 2,17                                    |
| 7           | 18 086                             | 12 993                                | 2,30                                 | 1,65                                    |
| 8           | 21 577                             | 14 649                                | 1,99                                 | 1,35                                    |
| 9           | 25 554                             | 16 528                                | 1,78                                 | 1,15                                    |
| 10          | 30 017                             | 18 631                                | 1,64                                 | 1,02                                    |
| 11          | 34 966                             | 20 958                                | 1,54                                 | 0,92                                    |
| 12          | 40 402                             | 23 509                                | 1,46                                 | 0,85                                    |



Kuva 13. Muiden kuivalastialusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

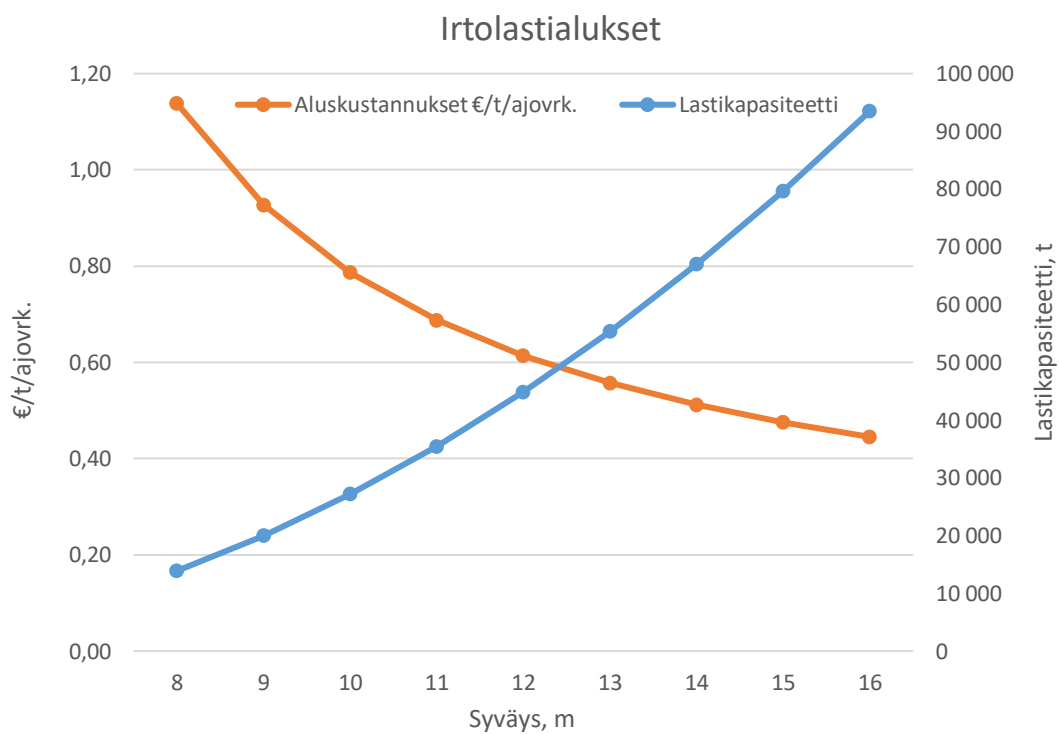
## 4.3 Irtolastialukset

Irtolastialukset ovat käytännössä muiden kuivalastialusten erityisluokka. Ne ovat erikoistuneet kuljettamaan yksikköhinnoiltaan edullisia tavaralajeja kuten kivihiiltä, malmeja ja viljaa suurina määrinä kerrallaan. Samoja tavaralajeja kuljetetaan pienemmissä määrissä myös muut kuivalastialukset -alustyyppiin kuuluvilla aluksilla. Irtolastialusten kustannuslaskelmissa suuruuden ekonomia tulee erittäin hyvin esille. Aluskokoa kasvattamalla saadaan kuljetuskustannuksissa aikaan suuria säästöjä.

Irtolastialusten aluskustannukset kuljettua tavaratonnia kohti ovat selvästi pienemmät kuin vastaavankokoisilla muilla kuivalastialuksilla (taulukko 7 ja kuva 14).

Taulukko 7. Irtolastialusten aluskustannukset syväysluokittain.

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/satama-<br>vrk. |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 8           | 15 806                             | 9 453                                 | 1,14                                 | 0,68   |
| 9           | 18 522                             | 10 650                                | 0,93                                 | 0,53   |
| 10          | 21 383                             | 11 994                                | 0,79                                 | 0,44   |
| 11          | 24 390                             | 13 482                                | 0,69                                 | 0,38   |
| 12          | 27 543                             | 15 117                                | 0,61                                 | 0,34   |
| 13          | 30 841                             | 16 898                                | 0,56                                 | 0,31   |
| 14          | 34 285                             | 18 824                                | 0,51                                 | 0,28   |
| 15          | 37 875                             | 20 895                                | 0,48                                 | 0,26   |
| 16          | 41 610                             | 23 113                                | 0,45                                 | 0,25   |



Kuva 14. Irtolastialusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

## 4.4 Säiliöalukset

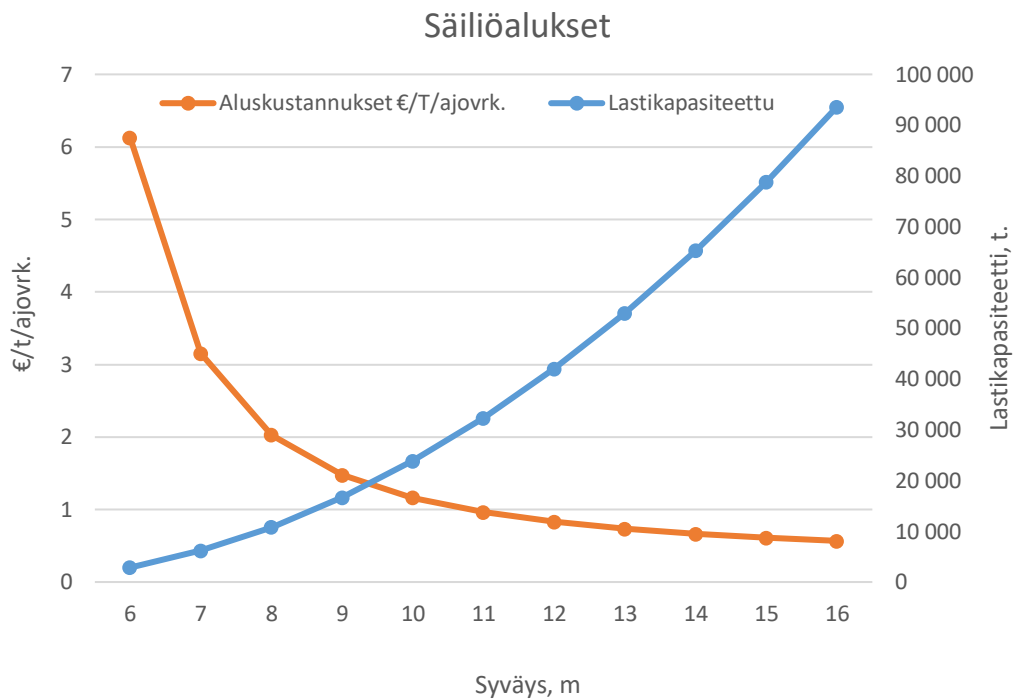
Säiliöalukset eli tankkerit ovat nestemäisiä irtolasteja kuljettavia aluksia, joiden kohdalla irtolastialusten tapaan suuruuden ekonomia toimii erittäin hyvin. Kokonaiskustannukset ovat hieman irtolastialuksia suuremmat, koska etenkin hankintahinnat ovat korkeammat kuin irtolastialuksilla.

Säiliöaluksia on useita eri tyyppisiä kuljetettavan lastin mukaan jaoteltuna. Tavallisimmat alaluokat ovat raakaöljytankkerit, tuotetankkerit ja kemikaalitankkerit. Näiden lisäksi on vielä mm. bitumin sekä nesteytettyjen kaasujen (LNG ja LPG, liquefied petroleum gas) kuljettamiseen soveltuvat erikoistankkerit. Erikoistankkerit kuten kemikaalitankkerit ja kaasutankkerit ovat hankintahinnaltaan kalliimpia, koska niiden kuljettamat lastit vaativat mm. erikoismateriaalien ja -tekniikan käyttämistä. Tilastollisin menetelmin tehtävässä tarkastelussa erikoistankkerien korkea hinta vaikuttaa koko alustyyppin hintoihin.

Säiliöalusten aluskustannukset syväysluokittain on esitetty taulukossa 8. Kuvassa 15 näkyy hyvin aluskustannusten merkittävä lasku kuljetettua lastitonnia kohden aluskoon suurentuessa.

*Taulukko 8. Säiliöalusten aluskustannukset syväysluokittain.*

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/satama-<br>vrk. |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 6           | 17 459                             | 13 664                                | 6,12                                 | 4,79   |
| 7           | 19 503                             | 14 386                                | 3,15                                 | 2,33   |
| 8           | 21 885                             | 15 267                                | 2,03                                 | 1,41   |
| 9           | 24 606                             | 16 308                                | 1,47                                 | 0,98   |
| 10          | 27 665                             | 17 508                                | 1,16                                 | 0,73   |
| 11          | 31 063                             | 18 867                                | 0,96                                 | 0,58   |
| 12          | 34 800                             | 20 386                                | 0,83                                 | 0,49   |
| 13          | 38 875                             | 22 064                                | 0,73                                 | 0,42   |
| 14          | 43 289                             | 23 900                                | 0,66                                 | 0,37   |
| 15          | 48 042                             | 25 897                                | 0,61                                 | 0,33   |
| 16          | 53 133                             | 28 052                                | 0,57                                 | 0,30   |



Kuva 15. Säiliöalusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

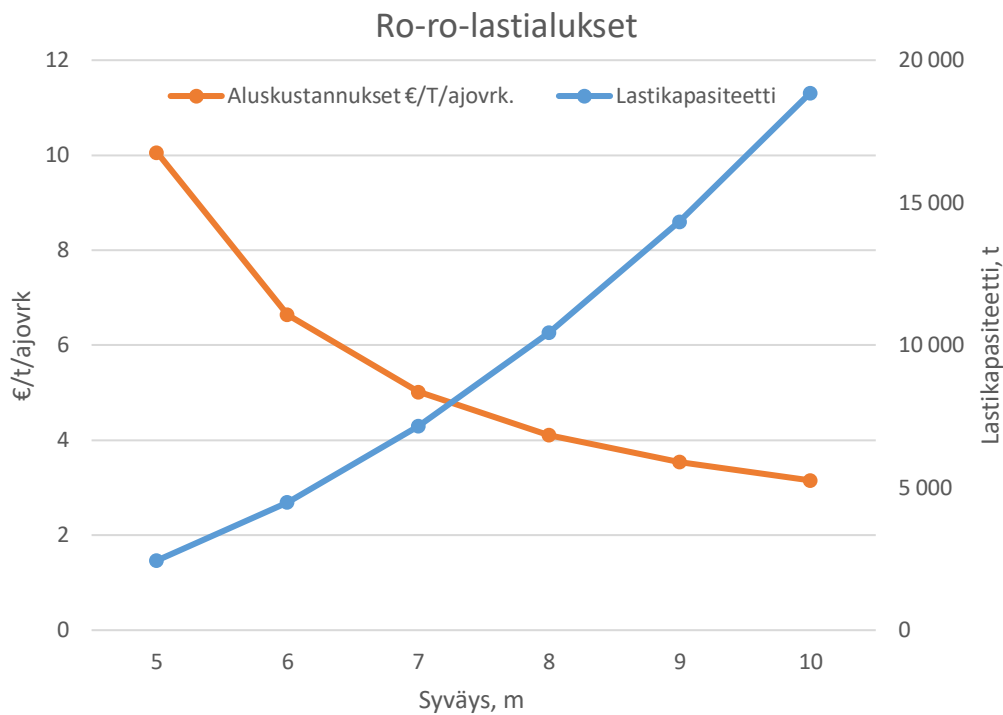
## 4.5 Ro-ro-lastialukset

Ro-ro-lastialusten aluskustannukset ovat selvästi muita lastialustyyppijä korkeammat. Ro-ro-alusten korkea hankintahinta nostaa pääomakustannuksia ja iso konetehto ja useimpia muita lastialuksia korkeampi nopeus polttoainekustannuksia. Ro-ro-alusten aluskustannukset syväysluokittain on esitetty taulukossa 9 ja aluskustannusten sekä lastikapasiteetin kehitys syvyyden muuttuessa kuvassa 16.

Taulukko 9. Ro-ro-lastialusten aluskustannukset syväysluokittain.

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/t/satama-<br>vrk. |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 5           | 24 590                             | 15 132                                | 10,06                                | 6,19   |
| 6           | 29 821                             | 16 816                                | 6,64                                 | 3,74   |
| 7           | 35 924                             | 18 829                                | 5,02                                 | 2,63   |
| 8           | 42 898                             | 21 171                                | 4,11                                 | 2,03   |
| 9           | 50 743                             | 23 841                                | 3,54                                 | 1,66   |
| 10          | 59 460                             | 26 841                                | 3,15                                 | 1,42   |





Kuva 16. Ro-ro-lastialusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

## 4.6 Ro-ro-matkustaja-alukset

Ro-ro-matkustaja-aluksille on laskettu ainoastaan kokonaiskustannukset ajo- ja satamavuorokausina (taulukko 10), koska kustannusten laskeminen kuljetettua lastitonnia kohti ei ole järkevää. Alusten yksilölliset erot ovat suuret ja ulkomitoiltaan samankokoisten alusten lastinkuljetuskapasiteetit eroavat toisistaan merkittävästi. Osa alustyyppin aluksista on matkustajaliikennepainotteisia ja osa taas rahtiliikennepainotteisia. Kustannuksia nostavat varsinkin korkeat hankintahinnat matkustajatilojen vuoksi sekä isot polttoainekustannukset suuren koneitehon ja ajonopeuden vuoksi. Miehistökustannuksissa laskelmissa on huomioitu vain aluksen liikuttamiseen tarvittavan henkilöstön määrä, ei matkustajapalveluissa toimivaa henkilöstöä.

Taulukko 10. Ro-ro-matkustaja-alusten aluskustannukset syväysluokittain.

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk. | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk. |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 4           | 40 988                             | 34 627                                |
| 5           | 55 096                             | 37 718                                |
| 6           | 75 485                             | 41 665                                |
| 7           | 102 154                            | 46 469                                |
| 8           | 135 102                            | 52 130                                |
| 9           | 174 331                            | 58 647                                |

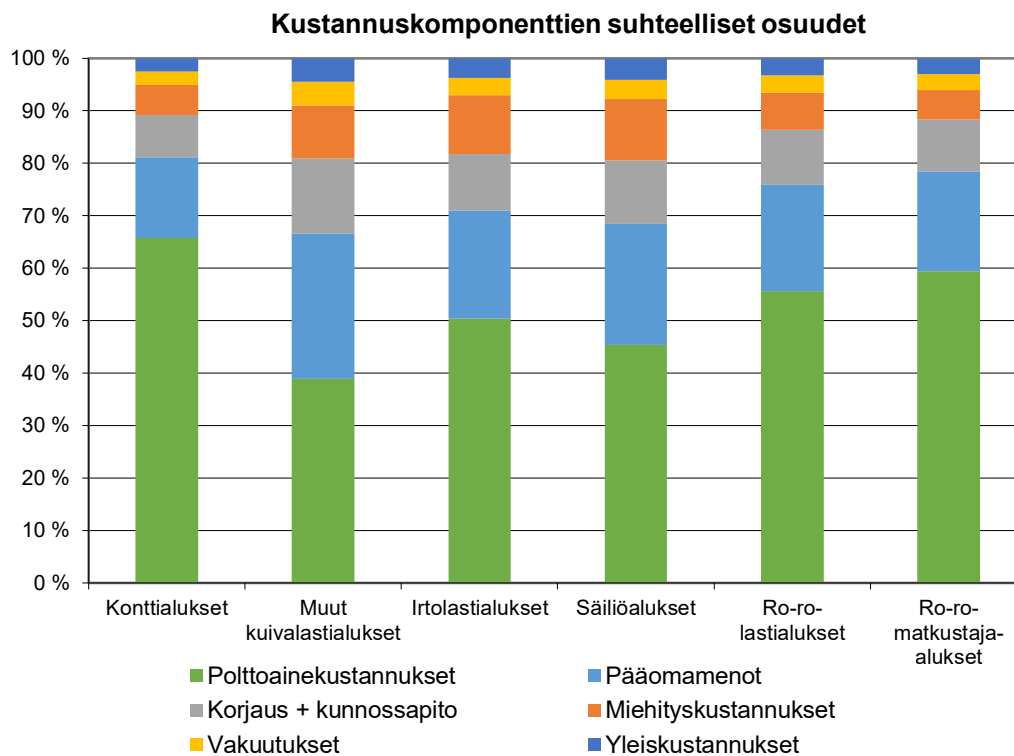
## 5 Kustannustekijöiden suhteellinen merkitys ja herkkyystarkastelu

Kustannustekijöiden suhteelliset osuudet vaihtelevat eri alustyypeillä ja -koilla. Tässä esitettävät vertailut on tehty alustyypeittäin syväysluokkien keskiarvon mukaan. Kaikilla alustyypeillä suurimman kustannuserän muodostavat polttoainekustannukset. Erityisen suuri niiden osuus on konttialuksilla, joilla ne ovat keskimäärin 66 prosenttia kokonaiskustannuksista. Polttoainekustannusten suureen osuuteen vaikuttavat erityisesti kookkaiden konttialusten suuret kone-tehot ja nopeus, minkä vuoksi ne kuluttavat paljon polttoainetta. Suomen liikenteessä tyypillisten konttien syöttöliikenteen ns. feeder-alusten polttoainekustannusten osuus ei ole yhtä suuri, mutta niidenkin kulkunopeus on muita kuivalastialuksia suurempi.

Seuraavaksi korkeimmat suhteelliset polttoainekustannukset ovat ro-ro-matkustaja-aluksilla (59 %) ja ro-ro-lastialuksilla (56 %). Muilla alustyypeillä polttoainekustannusten osuus on 39–50 prosenttia. Toiseksi suurimman kustannuserän muodostavat pääomakustannukset, joiden osuus vaihtelee muiden kuivalastialusten 28 prosentista konttialusten 15 prosenttiin.

Miehityskustannusten suhteellinen osuus on suurin säiliöaluksilla (12 %) ja lähes yhtä suuri irtolastialuksilla (11 %) ja muilla kuivalastialuksilla (10 %). Miehituskustannusten suhteellinen osuus on pienin konttialuksilla ja ro-ro-matkustaja-aluksilla (6 %) sekä ro-ro-lastialuksilla (7 %). Ro-ro-matkustaja-alusten osalta tulee kuitenkin muistaa, että tutkimuksessa on käsitelty miehituskustannuksia ainoastaan sen henkilöstön osalta, joka tarvitaan aluksen liikennöinnissä. Ro-ro-matkustaja-aluksilla on kuitenkin runsaasti muuta henkilöstöä matkustajapalveluissa. Todellisuudessa miehituskustannukset muodostavat siis huomattavasti suuremman osuuden ro-ro-matkustaja-alusten kokonaiskustannuksista.

Korjaus- ja kunnossapitokustannusten suhteellinen osuus vaihtelee 8 ja 14 prosentin välillä alustyyppistä riippuen. Vakuutusten ja yleiskustannusten suhteelliset osuudet ovat alustyyppistä riippumatta jokseenkin saman suuruiset vaihdellen 2 ja 5 prosentin välillä. (Kuva 17)



Kuva 17. Kustannusten jakautuminen kustannuslajeihin eri alustyypeillä Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä keskimäärin. Laskelmassa on huomioitu sekä Suomen että ulkomaan lipun alla kulkevat alukset.

Verrattuna edelliseen aluskustannusten päivitykseen polttoainekustannusten suhteellinen osuus kaikista aluskustannuksista on pienentynyt merkittävästi jokaisessa alustyyppissä. Vuonna 2013 polttoainekustannusten osuus vaihteli 49 ja 73 prosentin välillä alustyyppistä riippuen. Tähän on kaksi syytä: ensinnäkin polttoaineen hinta on ollut nyt tarkastellulla ajanjaksolla huomattavasti alempi ja toiseksi nyt on käytetty edellistä pienempää konetehokerrointa (0,7 vs. 0,8).

Eri kustannuskomponenttien muutosten vaikutusta kokonaiskustannuksiin on tutkimuksessa selvitetty herkkyystarkastelun avulla aiempien tutkimusten tapaan. Herkkyystarkastelu on suoritettu indeksoimalla aineisto siten, että nykyinen kustannustaso on indeksoitu indeksillä 100 ja sen jälkeen on tutkittu, miten suurimpien kustannuserien 30 prosentin nousu tai lasku vaikuttaisi indeksisummaan. Myös hitaamman matkanopeuden käytön eli ns. slow steamingin kautta syntyvää polttoainekustannusten säästöä on tutkittu amiraliteettikaavaa hyväksikäyttäen. Amiraliteettikaava kertoo kulutuksen muutoksen nopeusmuutoksen suhteen ottamatta huomioon kuljettua matkaa. Kun huomioidaan kuljettu matka, voidaan amiraliteettikaava kirjoittaa muotoon:

$$Y = x^2 + 2x$$

jossa

Y = polttoaineen kulutusmuutos prosentteina tietyllä matkalla

x = nopeusmuutos prosentteina

Amiraliteettikaavan osoittama kulutusmuutos yleistettynä koko laivan kulutukseen toimii ainoastaan kohtuullisen pienillä nopeudenmuutoksilla ja ajettaessa lähellä suunnittelunopeutta. Siksi malleissa nopeuden muuttaminen on rajoitettu +35 ja -35 prosentin välille.

Herkkyystarkastelujen tulokset pääomakustannusten, miehityskustannusten, polttoainekustannusten ja nopeuden hidastuksen osalta löytyvät liitteestä 2. Herkkyystarkastelu on tehty alustyypeittäin syväysluokkien keskiarvon mukaan. Liitteen 2 taulukoista voidaan todeta, että 30 prosentin lasku pääomakuluissa laskisi kokonaiskustannuksia eri alustyyppien osalta 4,6–8,3 prosenttia ja miehityskustannusten osalta 1,7–3,5 prosenttia. Polttoainekustannusten nousu 30 prosentilla nostaisi kokonaiskustannuksia 11,7–19,7 prosenttia. Nopeuden vähentäminen 30 prosentilla laskisi polttoainekustannuksia 51 prosenttia, joka puolestaan laskisi kokonaiskustannuksia 19,1–33,3 prosenttia. Herkkyystarkastelu osoittaa, että polttoaineen hinnan kehityksellä ja aluksen polttoaineen kulutuksella on erittäin merkittävä vaikutus aluskustannuksiin.

## 6 Johtopäätökset

Merkittävin muutos verrattaessa alusliikenteen yksikkökustannusten kehittymistä edelliseen, vuonna 2014 tehtyyn tutkimukseen on polttoainekustannusten lasku. Keskimääräinen muutos kaikki alustyyppit huomioiden oli -18 prosenttia. Tämä johtuu ensisijaisesti polttoaineen hinnan selvästä laskusta verrattuna edellistä tutkimusta edeltäneisiin vuosiin. Nyt käytettiin viiden vuoden hintakeskiarvoa (viimeksi kolmen vuoden), joten lyhyen aikavälin hintaheilahtelujen vaikutusta on edelleen vähennetty. Kahdessa aiemmassa tutkimuksessa polttoaineen hinta oli voimakkaassa nousussa, joten tähän trendiin tuli nyt muutos. Kaikki nämä tutkimukset todistavat sitä, että polttoaineen hinta on se kaikkein eniten muuttuva kustannuskomponentti ja muutokset voivat tapahtua molempiin suuntiin. Kun polttoaineen hinta on myös suhteellisesti suurin kustannuskomponentti kaikissa alustyypeissä, sen vaikutus alusliikenteen yksikkökustannuksiin on kaikkein suurin.

Polttoainekustannusten alenemiseen on vaikuttanut myös se, että tässä tutkimuksessa alusten arvioidaan käyttävän matka-ajossa keskimäärin 70 % maksimikonetehostaan, kun aiempi luku oli 80 %. Tämän muutoksen taustalla on se, että yhä useammin alukset pyrkivät käyttämään alempaa nopeutta polttoaineenkulutusta pienentääkseen.

Muiden kustannuskomponenttien hinnat ovat nousseet. Muutoksissa on kuitenkin merkittäviä eroja eri kustannuskomponenttien ja alustyyppien välillä. Osin nämä erot johtuvat lähdeaineistossa tapahtuneista alusmuutoksista ja osin kustannuskertoimien muutoksista.

Pääomakustannukset ovat polttoainekustannusten jälkeen toiseksi suurin kustannuskomponentti kaikissa alustyypeissä. Pääomakustannukset ovat nousseet keskimäärin 10 prosenttia. Alusten hankintahinnat perustuvat aikaisempien tutkimusten yhteydessä koottujen aineistojen indeksikorotukseen. Lisäksi annuiteettimenetelmässä käytettyä korkoprosenttia korotettiin yhdellä prosenttiyksiköllä, jotta se on yhdenmukainen muiden liikennemuotojen kanssa. Vanhan alusaineiston käyttämisessä on se heikkous, että aineiston alukset eivät enää välttämättä anna edustavaa kuvaa hiljattain valmistuneiden alusten rakennushinnoista mm. alusten rakennuspaikoissa tapahtuneiden muutosten ja teknisen kehityksen vuoksi. Tuoreiden hankintahintojen saaminen on osoittautunut haasteelliseksi, mutta siihen on panostettava mahdollisessa seuraavassa päivitystutkimuksessa, jotta hankintahinta-aineisto vastaa paremmin todellista uudisrakennusten hintakehitystä ja -tasoa.

Korjaus- ja kunnossapitokustannukset ovat nousseet rajusti ja ne ovat nyt noin kaksinkertaiset edelliseen tutkimukseen verrattuna. Tämä johtuu ensisijaisesti siitä, että näiden kustannusten lasketaan nyt olevan 4 prosenttia aluksen hankintahinnasta, kun ne viimeksi olivat 2 prosenttia. Korjauskustannusten osuus on keskimäärin 11 prosenttia kaikista kustannuksista, joten noususta huolimatta ei niiden vaikutus kokonaiskustannuksiin ole yhtä suuri kuin polttoaine- ja pääomakustannuksilla.

Miehityskustannukset ovat nousseet keskimäärin 5 prosenttia. Miehituskustannuslaskelmien pohja-arvoina ovat suomalaisen merihenkilöstön bruttopalkat, mutta eri kertoimien avulla kokonaiskustannuksissa otetaan huomioon kaikkien Suomeen liikennöivien alusten miehituskustannukset lippumaasta riippumatta.

Suomeen liikennöivien alusten kansallisuusjakaumat ovat muuttuneet edelliseen tutkimukseen verrattuna, mikä vaikuttaa osaltaan miehityskustannuksissa tapahtuneisiin muutoksiin. Kertoimet perustuvat jo nyt useamman vuoden takaiseen arvioihin, joten alusliikenteen yksikkökustannuksia seuraavan kerran selvittäessä pitää kertoimet saada päivitettyä ja samalla suhteutettua bruttokustannuksiin.

Kaikkia kustannustekijöitä verrattaessa edelliseen tutkimukseen tulee pitää mielessä, että laskelmien pohjana käytetty otosaineisto on erilainen. Pääosa nyt käytetystä aineistosta perustuu Suomeen vuonna 2018 liikennöineisiin aluksiin ja saman vuoden palkkakustannuksiin. Hankintahintojen osalta aineisto on sama kuin edellisessä tutkimuksessa, mutta se on indeksikorjattu. Huomionarvoista on myös se, että liitteen 1 taulukoissa esitettävä alusten nopeusluku syväysluokittain perustuu nyt AIS-datasta saatuihin mitattuihin nopeuksiin laskennallisten sijaan.

Alusliikenteen yhteenlasketut yksikkökustannukset ovat nyt 4 prosenttia pienemmät kuin edellisessä tutkimuksessa, kun kaikki alustyyppit ja kustannuskomponentit huomioidaan. Polttoaineen hinnan lasku ja käytetyn konetehon oletusarvon pienentäminen saivat kokonaiskustannukset alenemaan, vaikka kaikki muut kustannukset ovatkin jonkin verran nousseet tarkasteluajanjakson aikana.

## Lähteet

CRUISE & FERRY Info (2011). September 2011, No. 9 ja November 2011, No. 11.

CRUISE & FERRY Info (2012). September 2012, No. 9 ja October 2012, No. 10.

Gynther L. ym. (2012). [Liikenteen päästökustannukset](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2012.

ISL Shipping Statistics and Market Review (2013). Volume 57, No. 12.

Karvonen T. ja Lappalainen A. (2014). [Alusliikenteen yksikkökustannukset 2013](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2014.

Karvonen T. ja Makkonen T. (2009). [Aluskustannukset 2009](#). Merenkululaitoksen julkaisuja 3/2009.

Karvonen T., Solakivi T. ja Vaiste J. (2006). [Aluskustannukset 2006](#). Merenkululaitoksen julkaisuja 1/2006.

Liikennevirasto (2011). [Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje](#). Liikenneviraston ohjeita 14/2011.

Liikennevirasto (2013). [Vesiväylähankkeiden arviointiohje](#). Liikenneviraston ohjeita 14/2013.

Mäkelä K., Järvi T., Auvinen H., Tuominen A. ja Pääkkönen E. (2012). Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 2012. Teknologian tutkimuskeskus. VTT-R-06357-13.

Shippax CFI (2013). April 2013, No. 4. ja November 2013, No. 11.

### Elektroniset lähteet

[Bunker Index](#) (2019). Rotterdam, Netherlands (luettu heinäkuussa 2019).

FRED Economic Data. Producer Price Index by Industry: [Ship Building and Repairing: Ship Repair, Nonmilitary](#) (2019).

[Marine Traffic](#) (2019).

[Vessel Tracking – Ship and Container Tracking](#) (2019).

Ship Info – mobiilisovellus (2019). Google play.

Suomen Pankki (2019). [Valuuttakurssit tammikuu 2014 - joulukuu 2018](#).

### Tilastot ja tietokannat

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (2019). [Kauppalaivastotilasto 2018](#). Traficomien tilastojulkaisuja 14/2019.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (2019). [Merimiestilasto 2018](#). Traficom tilastojulkaisuja 13/2019.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (2019). Suomalaisten alusten miehitystodistuksia.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (2019). Suomeen vuonna 2018 saapuneet alukset -tietokanta.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (2019). [Ulkomaan meriliikennetilasto 2018](#). Traficom tilastojulkaisuja 17/2019.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2018). Kauppalaivaston kuukausitilasto. Joulukuu 2018.

Merimieseläkekassa (2019). Merihenkilöstön keskipalkkatilasto vuonna 2018.

Svensk Sjöfarts Tidning / The Scandinavian Shipping Gazette. Vuosikerrat 2004–2008.

### **Kirjalliset ja suulliset tiedonannot**

Jukka-Pekka Jalkanen, Ilmatieteenlaitos. Alusten keskimääräiset kulkunopeudet alustyypeittäin ja syväysluokittain AIS-dataan perustuen Itämerellä. 8.10.2019.

Kari Mäkelä, asiantuntija. Kirjalliset tiedonannot 25. ja 27.6.2019.

Olof Widén, asiantuntija. Kirjallinen tiedonanto 15.10.2019.



# Aluskustannukset alustyyppiluokittain vuoden 2018 hintatasolla

## Konttialukset

| Syväys<br>m | NT       | DWT      | Lasti TEU | Hinta €    | Annuiteetti<br>€/vuosi | Pääomamenot<br>€/vrk (F/365) |
|-------------|----------|----------|-----------|------------|------------------------|------------------------------|
| <b>A</b>    | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>  | <b>E</b>   | <b>F</b>               | <b>G</b>                     |
| 6           | 2 022    | 2 201    | 148       | 6 610 911  | 510 483                | 1 399                        |
| 7           | 3 094    | 5 436    | 387       | 9 953 377  | 768 583                | 2 106                        |
| 8           | 4 393    | 10 109   | 738       | 14 869 164 | 1 148 172              | 3 146                        |
| 9           | 5 919    | 16 220   | 1 202     | 21 358 271 | 1 649 250              | 4 518                        |
| 10          | 7 672    | 23 770   | 1 778     | 29 420 699 | 2 271 817              | 6 224                        |
| 11          | 9 652    | 32 757   | 2 466     | 39 056 447 | 3 015 874              | 8 263                        |
| 12          | 11 860   | 43 183   | 3 266     | 50 265 516 | 3 881 419              | 10 634                       |
| 13          | 14 294   | 55 046   | 4 179     | 63 047 905 | 4 868 454              | 13 338                       |
| 14          | 16 955   | 68 348   | 5 205     | 77 403 614 | 5 976 978              | 16 375                       |

| Syväys<br>m | Miehitys-<br>kustannus<br>€/vrk | Korjaus +<br>kunnossapito<br>€/vrk (4%*E/365) | Vakuutukset<br>€/vrk<br>(1,25%*E/365) | Yleiskustannus<br>€/vrk<br>(8%*(G+H+I+J)) | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/ajovrk | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/satamavrk |
|-------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <b>A</b>    | <b>H</b>                        | <b>I</b>                                      | <b>J</b>                              | <b>K</b>                                  | <b>L</b>                             | <b>M</b>                                |
| 6           | 1 864                           | 724   | 226                                   | 337                                       | 2 609                                | 663                                     |
| 7           | 2 089                           | 1 091   | 341                                   | 450                                       | 6 198                                | 983                                     |
| 8           | 2 313                           | 1 629   | 509                                   | 608                                       | 11 317                               | 1 438                                   |
| 9           | 2 538                           | 2 341   | 731                                   | 810                                       | 17 965                               | 2 030                                   |
| 10          | 2 762                           | 3 224   | 1 008                                 | 1 057                                     | 26 142                               | 2 758                                   |
| 11          | 2 986                           | 4 280   | 1 338                                 | 1 349                                     | 35 849                               | 3 622                                   |
| 12          | 3 211                           | 5 509   | 1 721                                 | 1 686                                     | 47 085                               | 4 622                                   |
| 13          | 3 435                           | 6 909   | 2 159                                 | 2 067                                     | 59 850                               | 5 758                                   |
| 14          | 3 660                           | 8 483   | 2 651                                 | 2 493                                     | 74 144                               | 7 030                                   |

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk<br>(G+H+I+J+K+L) | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk<br>(G+H+I+J+K+M) | Kiinteät<br>kustannukset<br>€/vrk<br>(G+H+I+J+K) | Alus-<br>kustannukset<br>€/TEU/ajovrk<br>(N/D) | Alus-<br>kustannukset<br>€/TEU/satamavrk<br>(O/D) |
|-------------|--|---|--|--|---|
| <b>A</b>    | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>   | <b>Q</b>                                       | <b>R</b>  |
| 6           | <b>7 160</b>                                       | <b>5 214</b>  | 4 551  | <b>48,28</b>                                   | <b>35,16</b>                                      |
| 7           | <b>12 274</b>                                      | <b>7 059</b>  | 6 076  | <b>31,71</b>                                   | <b>18,24</b>                                      |
| 8           | <b>19 522</b>                                      | <b>9 644</b>  | 8 205  | <b>26,45</b>                                   | <b>13,06</b>                                      |
| 9           | <b>28 903</b>                                      | <b>12 968</b>   | 10 938   | <b>24,05</b>                                   | <b>10,79</b>                                      |
| 10          | <b>40 417</b>                                      | <b>17 033</b>   | 14 275   | <b>22,74</b>                                   | <b>9,58</b>                                       |
| 11          | <b>54 065</b>                                      | <b>21 838</b>   | 18 216   | <b>21,93</b>                                   | <b>8,86</b>                                       |
| 12          | <b>69 845</b>                                      | <b>27 382</b>   | 22 761   | <b>21,38</b>                                   | <b>8,38</b>                                       |
| 13          | <b>87 759</b>                                      | <b>33 667</b>   | 27 909   | <b>21,00</b>                                   | <b>8,06</b>                                       |
| 14          | <b>107 806</b>                                     | <b>40 692</b>   | 33 662   | <b>20,71</b>                                   | <b>7,82</b>                                       |

| Syväys<br>m | Pituus m | Leveys m | Koneteho kW | Nopeus solmua | Nopeus km/h |
|-------------|----------|----------|-------------|---------------|-------------|
| <b>A</b>    | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>    | <b>V</b>      | <b>W</b>    |
| 6           | 111,5    | 16,8     | 1 561       | 10,7          | 19,7        |
| 7           | 130,2    | 19,5     | 3 708       | 9,7           | 17,9        |
| 8           | 145,1    | 22,1     | 6 770       | 10,6          | 19,7        |
| 9           | 149,2    | 23,4     | 10 747      | 11,2          | 20,8        |
| 10          | 168,6    | 25,7     | 15 639      | 11,6          | 21,5        |
| 11          | 186,1    | 29,4     | 21 446      | 11,8          | 21,8        |
| 12          | 199,0    | 31,2     | 28 168      | 11,7          | 21,6        |
| 13          | 213,5    | 33,6     | 35 805      | 11,6          | 21,6        |
| 14          | 228,1    | 36,0     | 44 356      | 11,7          | 21,6        |

**Muut kuivalastialukset**

| Syväys<br>m | NT       | DWT      | Lasti Tonnia | Hinta €    | Annuiteetti<br>€/vuosi | Pääomamenot<br>€/vrk (F/365) |
|-------------|----------|----------|--------------|------------|------------------------|------------------------------|
| <b>A</b>    | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>     | <b>E</b>   | <b>F</b>               | <b>G</b>                     |
| 4           | 728      | 1 868    | 1 756        | 18 900 141 | 1 459 437              | 3 998                        |
| 5           | 1 302    | 3 514    | 3 303        | 20 546 237 | 1 586 546              | 4 347                        |
| 6           | 2 040    | 5 676    | 5 336        | 22 708 116 | 1 753 483              | 4 804                        |
| 7           | 2 944    | 8 354    | 7 853        | 25 385 777 | 1 960 247              | 5 371                        |
| 8           | 4 013    | 11 547   | 10 854       | 28 579 222 | 2 206 840              | 6 046                        |
| 9           | 5 247    | 15 256   | 14 341       | 32 288 449 | 2 493 260              | 6 831                        |
| 10          | 6 646    | 19 481   | 18 313       | 36 513 460 | 2 819 508              | 7 725                        |
| 11          | 8 211    | 24 222   | 22 769       | 41 254 253 | 3 185 584              | 8 728                        |
| 12          | 9 940    | 29 479   | 27 710       | 46 510 830 | 3 591 489              | 9 840                        |

| Syväys<br>m | Miehitys-<br>kustannus<br>€/vrk | Korjaus +<br>kunnossapito<br>€/vrk (4%*E/365) | Vakuutukset<br>€/vrk<br>(1,25%*E/365) | Yleiskustannus<br>€/vrk<br>(8%*(G+H+I+J)) | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/ajovrk | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/satamavrk |
|-------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <b>A</b>    | <b>H</b>                        | <b>I</b>                                      | <b>J</b>                              | <b>K</b>                                  | <b>L</b>                             | <b>M</b>                                |
| 4           | 1 412                           | 2 071   | 647                                   | 650                                       | 1 752                                | 587                                     |
| 5           | 1 645                           | 2 252   | 704                                   | 716                                       | 2 901                                | 689                                     |
| 6           | 1 877                           | 2 489   | 778                                   | 796                                       | 4 338                                | 817                                     |
| 7           | 2 109                           | 2 782   | 869                                   | 891                                       | 6 064                                | 971                                     |
| 8           | 2 342                           | 3 132   | 979                                   | 1 000                                     | 8 078                                | 1 150                                   |
| 9           | 2 574                           | 3 538   | 1 106                                 | 1 124                                     | 10 380                               | 1 355                                   |
| 10          | 2 807                           | 4 001   | 1 250                                 | 1 263                                     | 12 971                               | 1 586                                   |
| 11          | 3 039                           | 4 521   | 1 413                                 | 1 416                                     | 15 850                               | 1 842                                   |
| 12          | 3 271                           | 5 097   | 1 593                                 | 1 584                                     | 19 017                               | 2 124                                   |

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk<br>(G+H+I+J+K+L) | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk<br>(G+H+I+J+K+M) | Kiinteät<br>kustannukset<br>€/vrk<br>(G+H+I+J+K) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/ajovrk<br>(N/D) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/satamavrk<br>(O/D) |
|-------------|--|---|--|--|---|
| <b>A</b>    | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>   | <b>Q</b>                                     | <b>R</b>  |
| 4           | <b>10 532</b>                                      | <b>9 367</b>  | 8 780  | <b>6,00</b>                                  | <b>5,33</b>                                     |
| 5           | <b>12 563</b>                                      | <b>10 352</b>   | 9 662  | <b>3,80</b>                                  | <b>3,13</b>                                     |
| 6           | <b>15 082</b>                                      | <b>11 560</b>   | 10 743   | <b>2,83</b>                                  | <b>2,17</b>                                     |
| 7           | <b>18 086</b>                                      | <b>12 993</b>   | 12 022   | <b>2,30</b>                                  | <b>1,65</b>                                     |
| 8           | <b>21 577</b>                                      | <b>14 649</b>   | 13 499   | <b>1,99</b>                                  | <b>1,35</b>                                     |
| 9           | <b>25 554</b>                                      | <b>16 528</b>   | 15 173   | <b>1,78</b>                                  | <b>1,15</b>                                     |
| 10          | <b>30 017</b>                                      | <b>18 631</b>   | 17 046   | <b>1,64</b>                                  | <b>1,02</b>                                     |
| 11          | <b>34 966</b>                                      | <b>20 958</b>   | 19 116   | <b>1,54</b>                                  | <b>0,92</b>                                     |
| 12          | <b>40 402</b>                                      | <b>23 509</b>   | 21 385   | <b>1,46</b>                                  | <b>0,85</b>                                     |

| Syväys<br>m | Pituus m | Leveys m | Konetehto kW | Nopeus solmua | Nopeus km/h |
|-------------|----------|----------|--------------|---------------|-------------|
| <b>A</b>    | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>     | <b>V</b>      | <b>W</b>    |
| 4           | 85,0     | 11,9     | 1 048        | 7,6           | 14,1        |
| 5           | 88,8     | 13,5     | 1 735        | 9,0           | 16,6        |
| 6           | 100,7    | 14,4     | 2 595        | 9,9           | 18,4        |
| 7           | 122,3    | 16,6     | 3 628        | 10,1          | 18,7        |
| 8           | 129,7    | 18,7     | 4 833        | 11,5          | 21,4        |
| 9           | 148,9    | 21,6     | 6 210        | 11,7          | 21,7        |
| 10          | 154,1    | 24,2     | 7 760        | 12,0          | 22,2        |
| 11          | 178,2    | 26,8     | 9 482        | 12,6          | 23,3        |
| 12          | 187,5    | 27,6     | 11 377       | 13,1          | 24,3        |

**Irtolastialukset**

| Syväys<br>m | NT       | DWT      | Lasti Tonnia | Hinta €    | Annuiteetti<br>€/vuosi | Pääomamenot<br>€/vrk (F/365) |
|-------------|----------|----------|--------------|------------|------------------------|------------------------------|
| <b>A</b>    | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>     | <b>E</b>   | <b>F</b>               | <b>G</b>                     |
| 8           | 5 100    | 14 940   | 13 894       | 15 485 777 | 1 195 786              | 3 276                        |
| 9           | 7 273    | 21 487   | 19 983       | 17 580 704 | 1 357 553              | 3 719                        |
| 10          | 9 830    | 29 219   | 27 174       | 20 055 227 | 1 548 631              | 4 243                        |
| 11          | 12 773   | 38 139   | 35 469       | 22 909 344 | 1 769 021              | 4 847                        |
| 12          | 16 100   | 48 244   | 44 867       | 26 143 056 | 2 018 723              | 5 531                        |
| 13          | 19 811   | 59 536   | 55 368       | 29 756 364 | 2 297 737              | 6 295                        |
| 14          | 23 907   | 72 013   | 66 972       | 33 749 266 | 2 606 062              | 7 140                        |
| 15          | 28 388   | 85 677   | 79 680       | 38 121 764 | 2 943 699              | 8 065                        |
| 16          | 33 254   | 100 528  | 93 491       | 42 873 857 | 3 310 648              | 9 070                        |

| Syväys<br>m | Miehitys-<br>kustannus<br>€/vrk | Korjaus +<br>kunnossapito<br>€/vrk (4%*E/365) | Vakuutukset<br>€/vrk<br>(1,25%*E/365) | Yleiskustannus<br>€/vrk<br>(8%*(G+H+I+J)) | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/ajovrk | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/satamavrk |
|-------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <b>A</b>    | <b>H</b>                        | <b>I</b>                                      | <b>J</b>                              | <b>K</b>                                  | <b>L</b>                             | <b>M</b>                                |
| 8           | 2 236                           | 1 697   | 530                                   | 619                                       | 7 448                                | 1 094                                   |
| 9           | 2 463                           | 1 927   | 602                                   | 697                                       | 9 114                                | 1 242                                   |
| 10          | 2 690                           | 2 198   | 687                                   | 785                                       | 10 780                               | 1 391                                   |
| 11          | 2 917                           | 2 511   | 785                                   | 885                                       | 12 446                               | 1 539                                   |
| 12          | 3 144                           | 2 865   | 895                                   | 995                                       | 14 112                               | 1 687                                   |
| 13          | 3 371                           | 3 261   | 1 019                                 | 1 116                                     | 15 779                               | 1 835                                   |
| 14          | 3 598                           | 3 699   | 1 156                                 | 1 247                                     | 17 445                               | 1 984                                   |
| 15          | 3 825                           | 4 178   | 1 306                                 | 1 390                                     | 19 111                               | 2 132                                   |
| 16          | 4 052                           | 4 699   | 1 468                                 | 1 543                                     | 20 777                               | 2 280                                   |

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk<br>(G+H+I+J+K+L) | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk<br>(G+H+I+J+K+M) | Kiinteät<br>kustannukset<br>€/vrk<br>(G+H+I+J+K) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/ajovrk<br>(N/D) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/satamavrk<br>(O/D) |
|-------------|--|---|--|--|---|
| <b>A</b>    | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>   | <b>Q</b>                                     | <b>R</b>  |
| 8           | <b>15 806</b>                                      | <b>9 453</b>  | 8 359  | <b>1,14</b>                                  | <b>0,68</b>                                     |
| 9           | <b>18 522</b>                                      | <b>10 650</b>   | 9 408  | <b>0,93</b>                                  | <b>0,53</b>                                     |
| 10          | <b>21 383</b>                                      | <b>11 994</b>   | 10 603   | <b>0,79</b>                                  | <b>0,44</b>                                     |
| 11          | <b>24 390</b>                                      | <b>13 482</b>   | 11 944   | <b>0,69</b>                                  | <b>0,38</b>                                     |
| 12          | <b>27 543</b>                                      | <b>15 117</b>   | 13 430   | <b>0,61</b>                                  | <b>0,34</b>                                     |
| 13          | <b>30 841</b>                                      | <b>16 898</b>   | 15 062   | <b>0,56</b>                                  | <b>0,31</b>                                     |
| 14          | <b>34 285</b>                                      | <b>18 824</b>   | 16 840   | <b>0,51</b>                                  | <b>0,28</b>                                     |
| 15          | <b>37 875</b>                                      | <b>20 895</b>   | 18 763   | <b>0,48</b>                                  | <b>0,26</b>                                     |
| 16          | <b>41 610</b>                                      | <b>23 113</b>   | 20 833   | <b>0,45</b>                                  | <b>0,25</b>                                     |

| Syväys<br>m | Pituus m | Leveys m | Konetehto kW | Nopeus solmua | Nopeus km/h |
|-------------|----------|----------|--------------|---------------|-------------|
| <b>A</b>    | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>     | <b>V</b>      | <b>W</b>    |
| 8           | 134,4    | 19,3     | 4 455        | 10,6          | 19,7        |
| 9           | 149,8    | 20,9     | 5 452        | 11,2          | 20,8        |
| 10          | 177,0    | 27,1     | 6 449        | 11,6          | 21,5        |
| 11          | 184,7    | 28,1     | 7 446        | 11,8          | 21,8        |
| 12          | 187,3    | 29,7     | 8 443        | 11,7          | 21,6        |
| 13          | 189,8    | 31,4     | 9 439        | 11,6          | 21,6        |
| 14          | 228,8    | 33,5     | 10 436       | 11,7          | 21,6        |
| 15          | 222,2    | 34,4     | 11 433       | 11,6          | 21,4        |
| 16          | 253,0    | 38,9     | 12 430       | 11,3          | 21,0        |

## Säiliöalukset

| Syväys<br>m | NT       | DWT      | Lasti Tonnia | Hinta €    | Annuiteetti<br>€/vuosi | Pääomamenot<br>€/vrk (F/365) |
|-------------|----------|----------|--------------|------------|------------------------|------------------------------|
| <b>A</b>    | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>     | <b>E</b>   | <b>F</b>               | <b>G</b>                     |
| 6           | 949      | 3 033    | 2 851        | 25 524 866 | 1 970 987              | 5 400                        |
| 7           | 1 989    | 6 580    | 6 185        | 26 489 839 | 2 045 501              | 5 604                        |
| 8           | 3 409    | 11 485   | 10 796       | 27 823 973 | 2 148 521              | 5 886                        |
| 9           | 5 210    | 17 747   | 16 682       | 29 527 266 | 2 280 046              | 6 247                        |
| 10          | 7 392    | 25 367   | 23 845       | 31 599 719 | 2 440 077              | 6 685                        |
| 11          | 9 953    | 34 343   | 32 283       | 34 041 332 | 2 628 615              | 7 202                        |
| 12          | 12 895   | 44 677   | 41 996       | 36 852 104 | 2 845 658              | 7 796                        |
| 13          | 16 218   | 56 368   | 52 986       | 40 032 037 | 3 091 207              | 8 469                        |
| 14          | 19 921   | 69 416   | 65 251       | 43 581 129 | 3 365 262              | 9 220                        |
| 15          | 24 005   | 83 821   | 78 792       | 47 499 380 | 3 667 823              | 10 049                       |
| 16          | 28 468   | 99 584   | 93 609       | 51 786 792 | 3 998 890              | 10 956                       |

| Syväys<br>m | Miehitys-<br>kustannus<br>€/vrk | Korjaus +<br>kunnossapito<br>€/vrk (4%*E/365) | Vakuutukset<br>€/vrk<br>(1,25%*E/365) | Yleiskustannus<br>€/vrk<br>(8%*(G+H+I+J)) | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/ajovrk | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/satamavrk |
|-------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <b>A</b>    | <b>H</b>                        | <b>I</b>                                      | <b>J</b>                              | <b>K</b>                                  | <b>L</b>                             | <b>M</b>                                |
| 6           | 2 799                           | 2 797   | 874                                   | 950                                       | 4 640                                | 844                                     |
| 7           | 3 005                           | 2 903   | 907                                   | 994                                       | 6 090                                | 973                                     |
| 8           | 3 211                           | 3 049   | 953                                   | 1 048                                     | 7 737                                | 1 120                                   |
| 9           | 3 418                           | 3 236   | 1 011                                 | 1 113                                     | 9 581                                | 1 284                                   |
| 10          | 3 624                           | 3 463   | 1 082                                 | 1 188                                     | 11 623                               | 1 466                                   |
| 11          | 3 830                           | 3 731   | 1 166                                 | 1 274                                     | 13 861                               | 1 665                                   |
| 12          | 4 037                           | 4 039   | 1 262                                 | 1 371                                     | 16 295                               | 1 881                                   |
| 13          | 4 243                           | 4 387   | 1 371                                 | 1 478                                     | 18 927                               | 2 116                                   |
| 14          | 4 450                           | 4 776   | 1 493                                 | 1 595                                     | 21 756                               | 2 367                                   |
| 15          | 4 656                           | 5 205   | 1 627                                 | 1 723                                     | 24 782                               | 2 637                                   |
| 16          | 4 862                           | 5 675   | 1 774                                 | 1 861                                     | 28 004                               | 2 924                                   |

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk<br>(G+H+I+J+K+L) | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk<br>(G+H+I+J+K+M) | Kiinteät<br>kustannukset<br>€/vrk<br>(G+H+I+J+K) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/ajovrk<br>(N/D) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/satamavrk<br>(O/D) |
|-------------|--|---|--|--|---|
| <b>A</b>    | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>   | <b>Q</b>                                     | <b>R</b>  |
| 6           | <b>17 459</b>                                      | <b>13 664</b>   | 12 820   | <b>6,12</b>                                  | <b>4,79</b>                                     |
| 7           | <b>19 503</b>                                      | <b>14 386</b>   | 13 413   | <b>3,15</b>                                  | <b>2,33</b>                                     |
| 8           | <b>21 885</b>                                      | <b>15 267</b>   | 14 148   | <b>2,03</b>                                  | <b>1,41</b>                                     |
| 9           | <b>24 606</b>                                      | <b>16 308</b>   | 15 024   | <b>1,47</b>                                  | <b>0,98</b>                                     |
| 10          | <b>27 665</b>                                      | <b>17 508</b>   | 16 043   | <b>1,16</b>                                  | <b>0,73</b>                                     |
| 11          | <b>31 063</b>                                      | <b>18 867</b>   | 17 203   | <b>0,96</b>                                  | <b>0,58</b>                                     |
| 12          | <b>34 800</b>                                      | <b>20 386</b>   | 18 505   | <b>0,83</b>                                  | <b>0,49</b>                                     |
| 13          | <b>38 875</b>                                      | <b>22 064</b>   | 19 948   | <b>0,73</b>                                  | <b>0,42</b>                                     |
| 14          | <b>43 289</b>                                      | <b>23 900</b>   | 21 533   | <b>0,66</b>                                  | <b>0,37</b>                                     |
| 15          | <b>48 042</b>                                      | <b>25 897</b>   | 23 260   | <b>0,61</b>                                  | <b>0,33</b>                                     |
| 16          | <b>53 133</b>                                      | <b>28 052</b>   | 25 128   | <b>0,57</b>                                  | <b>0,30</b>                                     |

| Syväys<br>m | Pituus m | Leveys m | Koneteho kW | Nopeus solmua | Nopeus km/h |
|-------------|----------|----------|-------------|---------------|-------------|
| <b>A</b>    | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>    | <b>V</b>      | <b>W</b>    |
| 6           | 103,0    | 15,5     | 2 776       | 9,6           | 17,8        |
| 7           | 112,6    | 17,0     | 3 643       | 10,1          | 18,8        |
| 8           | 124,3    | 19,1     | 4 629       | 11,7          | 21,7        |
| 9           | 142,1    | 22,3     | 5 732       | 12,5          | 23,2        |
| 10          | 154,1    | 24,4     | 6 953       | 12,0          | 22,2        |
| 11          | 178,5    | 27,5     | 8 292       | 8,4           | 15,6        |
| 12          | 184,0    | 28,7     | 9 749       | 11,2          | 20,7        |
| 13          | 187,9    | 31,9     | 11 323      | 11,5          | 21,3        |
| 14          | 216,7    | 32,8     | 13 015      | 11,9          | 22,1        |
| 15          | 239,6    | 39,3     | 14 825      | 11,4          | 21,2        |
| 16          | 258,9    | 42,7     | 16 753      | 11,4          | 21,1        |

**Ro-ro-lastialukset**

| Syväys<br>m | NT       | DWT      | Lasti Tonnia | Hinta €    | Annuiteetti<br>€/vuosi | Pääomamenot<br>€/vrk (F/365) |
|-------------|----------|----------|--------------|------------|------------------------|------------------------------|
| <b>A</b>    | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>     | <b>E</b>   | <b>F</b>               | <b>G</b>                     |
| 5           | 2 688    | 2 842    | 2 444        | 30 496 956 | 2 354 924              | 6 452                        |
| 6           | 4 010    | 5 222    | 4 491        | 32 877 086 | 2 538 714              | 6 955                        |
| 7           | 5 595    | 8 321    | 7 156        | 35 975 724 | 2 777 985              | 7 611                        |
| 8           | 7 444    | 12 138   | 10 439       | 39 792 870 | 3 072 739              | 8 418                        |
| 9           | 9 556    | 16 674   | 14 339       | 44 328 524 | 3 422 975              | 9 378                        |
| 10          | 11 932   | 21 928   | 18 858       | 49 582 686 | 3 828 692              | 10 490                       |

| Syväys<br>m | Miehitys-<br>kustannus<br>€/vrk | Korjaus +<br>kunnossapito<br>€/vrk (4%*E/365) | Vakuutukset<br>€/vrk<br>(1,25%*E/365) | Yleiskustannus<br>€/vrk<br>(8%*(G+H+I+J)) | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/ajovrk | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/satamavrk |
|-------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <b>A</b>    | <b>H</b>                        | <b>I</b>                                      | <b>J</b>                              | <b>K</b>                                  | <b>L</b>                             | <b>M</b>                                |
| 5           | 1 879                           | 3 342   | 1 044                                 | 1 017                                     | 10 855                               | 1 397                                   |
| 6           | 2 272                           | 3 603   | 1 126                                 | 1 116                                     | 14 749                               | 1 744                                   |
| 7           | 2 664                           | 3 943   | 1 232                                 | 1 236                                     | 19 238                               | 2 143                                   |
| 8           | 3 057                           | 4 361   | 1 363                                 | 1 376                                     | 24 323                               | 2 596                                   |
| 9           | 3 450                           | 4 858   | 1 518                                 | 1 536                                     | 30 003                               | 3 101                                   |
| 10          | 3 843                           | 5 434   | 1 698                                 | 1 717                                     | 36 279                               | 3 660                                   |

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk<br>(G+H+I+J+K+L) | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk<br>(G+H+I+J+K+M) | Kiinteät<br>kustannukset<br>€/vrk<br>(G+H+I+J+K) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/ajovrk<br>(N/D) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/satamavrk<br>(O/D) |
|-------------|--|---|--|--|---|
| <b>A</b>    | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>   | <b>Q</b>                                     | <b>R</b>  |
| 5           | <b>24 590</b>                                      | <b>15 132</b>   | 13 735   | <b>10,06</b>                                 | <b>6,19</b>                                     |
| 6           | <b>29 821</b>                                      | <b>16 816</b>   | 15 072   | <b>6,64</b>                                  | <b>3,74</b>                                     |
| 7           | <b>35 924</b>                                      | <b>18 829</b>   | 16 686   | <b>5,02</b>                                  | <b>2,63</b>                                     |
| 8           | <b>42 898</b>                                      | <b>21 171</b>   | 18 575   | <b>4,11</b>                                  | <b>2,03</b>                                     |
| 9           | <b>50 743</b>                                      | <b>23 841</b>   | 20 740   | <b>3,54</b>                                  | <b>1,66</b>                                     |
| 10          | <b>59 460</b>                                      | <b>26 841</b>   | 23 181   | <b>3,15</b>                                  | <b>1,42</b>                                     |

| Syväys<br>m | Pituus m | Leveys m | Konetehto kW | Nopeus solmua | Nopeus km/h |
|-------------|----------|----------|--------------|---------------|-------------|
| <b>A</b>    | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>     | <b>V</b>      | <b>W</b>    |
| 5           | 109,0    | 20,5     | 6 494        | 11,5          | 21,3        |
| 6           | 117,1    | 19,7     | 8 823        | 12,3          | 22,8        |
| 7           | 168,0    | 24,3     | 11 509       | 14,0          | 25,9        |
| 8           | 167,0    | 25,6     | 14 551       | 15,6          | 28,9        |
| 9           | 188,9    | 26,0     | 17 949       | 14,4          | 26,7        |
| 10          | 217,2    | 30,0     | 21 703       | 14,7          | 27,2        |

**Ro-ro-matkustaja-alukset**

| Syväys<br>m | NT       | DWT      | Lasti Tonnia | Hinta €     | Annuiteetti<br>€/vuosi | Pääomamenot<br>€/vrk (F/365) |
|-------------|----------|----------|--------------|-------------|------------------------|------------------------------|
| <b>A</b>    | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>     | <b>E</b>    | <b>F</b>               | <b>G</b>                     |
| 4           | 1 594    | 2 946    |              | 73 463 335  | 5 672 716              | 15 542                       |
| 5           | 6 120    | 3 895    |              | 78 209 416  | 6 039 200              | 16 546                       |
| 6           | 13 579   | 4 976    |              | 83 617 280  | 6 456 787              | 17 690                       |
| 7           | 23 973   | 6 190    |              | 89 686 925  | 6 925 474              | 18 974                       |
| 8           | 37 301   | 7 537    |              | 96 418 353  | 7 445 264              | 20 398                       |
| 9           | 53 563   | 9 015    |              | 103 811 563 | 8 016 155              | 21 962                       |

| Syväys<br>m | Miehitys-<br>kustannus<br>€/vrk | Korjaus +<br>kunnossapito<br>€/vrk (4%*E/365) | Vakuutukset<br>€/vrk<br>(1,25%*E/365) | Yleiskustannus<br>€/vrk<br>(8%*(G+H+I+J)) | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/ajovrk | Polttoaine-<br>kustannus<br>€/satamavrk |
|-------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <b>A</b>    | <b>H</b>                        | <b>I</b>                                      | <b>J</b>                              | <b>K</b>                                  | <b>L</b>                             | <b>M</b>                                |
| 4           | 5 300                           | 8 051   | 2 516                                 | 2 513                                     | 7 067                                | 707                                     |
| 5           | 5 341                           | 8 571   | 2 678                                 | 2 651                                     | 19 309                               | 1 931                                   |
| 6           | 5 383                           | 9 164   | 2 864                                 | 2 808                                     | 37 577                               | 3 758                                   |
| 7           | 5 424                           | 9 829   | 3 071                                 | 2 984                                     | 61 871                               | 6 187                                   |
| 8           | 5 466                           | 10 566  | 3 302                                 | 3 179                                     | 92 191                               | 9 219                                   |
| 9           | 5 508                           | 11 377  | 3 555                                 | 3 392                                     | 128 538                              | 12 854                                  |

| Syväys<br>m | Alus-<br>kustannukset<br>€/ajovrk<br>(G+H+I+J+K+L) | Alus-<br>kustannukset<br>€/satamavrk<br>(G+H+I+J+K+M) | Kiinteät<br>kustannukset<br>€/vrk<br>(G+H+I+J+K) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/ajovrk<br>(ND) | Alus-<br>kustannukset<br>€/T/satamavrk<br>(O/D) |
|-------------|--|---|--|---|---|
| <b>A</b>    | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>   | <b>Q</b>                                    | <b>R</b>  |
| 4           | <b>40 988</b>                                      | <b>34 627</b>   | 33 920   |   |   |
| 5           | <b>55 096</b>                                      | <b>37 718</b>   | 35 787   |   |   |
| 6           | <b>75 485</b>                                      | <b>41 665</b>   | 37 908   |   |   |
| 7           | <b>102 154</b>                                     | <b>46 469</b>   | 40 282   |   |   |
| 8           | <b>135 102</b>                                     | <b>52 130</b>   | 42 911   |   |   |
| 9           | <b>174 331</b>                                     | <b>58 647</b>   | 45 794   |   |   |

| Syväys<br>m | Pituus m | Leveys m | Konetehto kW | Nopeus solmua | Nopeus km/h |
|-------------|----------|----------|--------------|---------------|-------------|
| <b>A</b>    | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>     | <b>V</b>      | <b>W</b>    |
| 4           | 87,1     | 18,9     | 4 228        | 11,7          | 21,7        |
| 5           | 126,7    | 22,8     | 11 552       | 11,3          | 21,0        |
| 6           | 184,4    | 28,1     | 22 480       | 12,9          | 23,9        |
| 7           | 199,7    | 28,6     | 37 014       | 16,1          | 29,8        |
| 8           | 245,5    | 34,5     | 55 153       | 16,7          | 31,0        |
| 9           | 285,2    | 38,3     | 76 896       | 14,7          | 27,2        |

## Ship costs by vessel types (price level 2018)

### Container vessels

| Draught<br>m | NT       | DWT      | Cargo capacity<br>TEU | Price €    | Annuity €/year | Capital costs<br>€/day (F/365) |
|--------------|----------|----------|-----------------------|------------|----------------|--------------------------------|
| <b>A</b>     | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>              | <b>E</b>   | <b>F</b>       | <b>G</b>                       |
| 6            | 2 022    | 2 201    | 148                   | 6 610 911  | 510 483        | 1 399                          |
| 7            | 3 094    | 5 436    | 387                   | 9 953 377  | 768 583        | 2 106                          |
| 8            | 4 393    | 10 109   | 738                   | 14 869 164 | 1 148 172      | 3 146                          |
| 9            | 5 919    | 16 220   | 1 202                 | 21 358 271 | 1 649 250      | 4 518                          |
| 10           | 7 672    | 23 770   | 1 778                 | 29 420 699 | 2 271 817      | 6 224                          |
| 11           | 9 652    | 32 757   | 2 466                 | 39 056 447 | 3 015 874      | 8 263                          |
| 12           | 11 860   | 43 183   | 3 266                 | 50 265 516 | 3 881 419      | 10 634                         |
| 13           | 14 294   | 55 046   | 4 179                 | 63 047 905 | 4 868 454      | 13 338                         |
| 14           | 16 955   | 68 348   | 5 205                 | 77 403 614 | 5 976 978      | 16 375                         |

| Draught<br>m | Manning costs<br>€/day | Repairs +<br>maintenance<br>€/day<br>(4%*E/365) | Insurance<br>€/day<br>(1,25%*D/365) | Over head cost<br>€/day<br>(8%*(G+H+I+J)) | Fuel cost<br>€/sea day | Fuel cost<br>€/port day |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>     | <b>H</b>               | <b>I</b>  | <b>J</b>                            | <b>K</b>                                  | <b>L</b>               | <b>M</b>                |
| 6            | 1 864                  | 724   | 226                                 | 337                                       | 2 609                  | 663                     |
| 7            | 2 089                  | 1 091   | 341                                 | 450                                       | 6 198                  | 983                     |
| 8            | 2 313                  | 1 629   | 509                                 | 608                                       | 11 317                 | 1 438                   |
| 9            | 2 538                  | 2 341   | 731                                 | 810                                       | 17 965                 | 2 030                   |
| 10           | 2 762                  | 3 224   | 1 008                               | 1 057                                     | 26 142                 | 2 758                   |
| 11           | 2 986                  | 4 280   | 1 338                               | 1 349                                     | 35 849                 | 3 622                   |
| 12           | 3 211                  | 5 509   | 1 721                               | 1 686                                     | 47 085                 | 4 622                   |
| 13           | 3 435                  | 6 909   | 2 159                               | 2 067                                     | 59 850                 | 5 758                   |
| 14           | 3 660                  | 8 483   | 2 651                               | 2 493                                     | 74 144                 | 7 030                   |

| Draught<br>m | Ship operating<br>costs €/sea day<br>(G+H+I+J+K+L) | Ship operating<br>costs €/port day<br>(G+H+I+J+K+M) | Fixed costs<br>€/day<br>(G+H+I+J+K) | Ship operating<br>costs<br>€/TEU/sea day<br>(N/D) | Ship operating<br>costs<br>€/TEU/port day<br>(O/D) |
|--------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>A</b>     | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>                            | <b>Q</b>  | <b>R</b>   |
| 6            | <b>7 160</b>                                       | <b>5 214</b>  | 4 551                               | <b>48,28</b>                                      | <b>35,16</b>                                       |
| 7            | <b>12 274</b>                                      | <b>7 059</b>  | 6 076                               | <b>31,71</b>                                      | <b>18,24</b>                                       |
| 8            | <b>19 522</b>                                      | <b>9 644</b>  | 8 205                               | <b>26,45</b>                                      | <b>13,06</b>                                       |
| 9            | <b>28 903</b>                                      | <b>12 968</b>                                       | 10 938                              | <b>24,05</b>                                      | <b>10,79</b>                                       |
| 10           | <b>40 417</b>                                      | <b>17 033</b>                                       | 14 275                              | <b>22,74</b>                                      | <b>9,58</b>  |
| 11           | <b>54 065</b>                                      | <b>21 838</b>                                       | 18 216                              | <b>21,93</b>                                      | <b>8,86</b>  |
| 12           | <b>69 845</b>                                      | <b>27 382</b>                                       | 22 761                              | <b>21,38</b>                                      | <b>8,38</b>  |
| 13           | <b>87 759</b>                                      | <b>33 667</b>                                       | 27 909                              | <b>21,00</b>                                      | <b>8,06</b>  |
| 14           | <b>107 806</b>                                     | <b>40 692</b>                                       | 33 662                              | <b>20,71</b>                                      | <b>7,82</b>  |

| Draught<br>m | Length m | Beam m   | Engine power<br>kW | Speed kn | Speed km/h |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------|------------|
| <b>A</b>     | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>           | <b>V</b> | <b>W</b>   |
| 6            | 111,5    | 16,8     | 1 561              | 10,7     | 19,7       |
| 7            | 130,2    | 19,5     | 3 708              | 9,7      | 17,9       |
| 8            | 145,1    | 22,1     | 6 770              | 10,6     | 19,7       |
| 9            | 149,2    | 23,4     | 10 747             | 11,2     | 20,8       |
| 10           | 168,6    | 25,7     | 15 639             | 11,6     | 21,5       |
| 11           | 186,1    | 29,4     | 21 446             | 11,8     | 21,8       |
| 12           | 199,0    | 31,2     | 28 168             | 11,7     | 21,6       |
| 13           | 213,5    | 33,6     | 35 805             | 11,6     | 21,6       |
| 14           | 228,1    | 36,0     | 44 356             | 11,7     | 21,6       |

**General cargo vessels**

| Draught<br>m | NT       | DWT      | Cargo capacity<br>tonnes | Price €    | Annuity €/year | Capital costs<br>€/day (F/365) |
|--------------|----------|----------|--------------------------|------------|----------------|--------------------------------|
| <b>A</b>     | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>                 | <b>E</b>   | <b>F</b>       | <b>G</b>                       |
| 4            | 728      | 1 868    | 1 756                    | 18 900 141 | 1 459 437      | 3 998                          |
| 5            | 1 302    | 3 514    | 3 303                    | 20 546 237 | 1 586 546      | 4 347                          |
| 6            | 2 040    | 5 676    | 5 336                    | 22 708 116 | 1 753 483      | 4 804                          |
| 7            | 2 944    | 8 354    | 7 853                    | 25 385 777 | 1 960 247      | 5 371                          |
| 8            | 4 013    | 11 547   | 10 854                   | 28 579 222 | 2 206 840      | 6 046                          |
| 9            | 5 247    | 15 256   | 14 341                   | 32 288 449 | 2 493 260      | 6 831                          |
| 10           | 6 646    | 19 481   | 18 313                   | 36 513 460 | 2 819 508      | 7 725                          |
| 11           | 8 211    | 24 222   | 22 769                   | 41 254 253 | 3 185 584      | 8 728                          |
| 12           | 9 940    | 29 479   | 27 710                   | 46 510 830 | 3 591 489      | 9 840                          |

| Draught<br>m | Manning costs<br>€/day | Repairs +<br>maintenance<br>€/day<br>(4%*E/365) | Insurance<br>€/day<br>(1,25%*D/365) | Over head cost<br>€/day<br>(8%*(G+H+I+J)) | Fuel cost<br>€/sea day | Fuel cost<br>€/port day |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>     | <b>H</b>               | <b>I</b>  | <b>J</b>                            | <b>K</b>                                  | <b>L</b>               | <b>M</b>                |
| 4            | 1 412                  | 2 071   | 647                                 | 650                                       | 1 752                  | 587                     |
| 5            | 1 645                  | 2 252   | 704                                 | 716                                       | 2 901                  | 689                     |
| 6            | 1 877                  | 2 489   | 778                                 | 796                                       | 4 338                  | 817                     |
| 7            | 2 109                  | 2 782   | 869                                 | 891                                       | 6 064                  | 971                     |
| 8            | 2 342                  | 3 132   | 979                                 | 1 000                                     | 8 078                  | 1 150                   |
| 9            | 2 574                  | 3 538   | 1 106                               | 1 124                                     | 10 380                 | 1 355                   |
| 10           | 2 807                  | 4 001   | 1 250                               | 1 263                                     | 12 971                 | 1 586                   |
| 11           | 3 039                  | 4 521   | 1 413                               | 1 416                                     | 15 850                 | 1 842                   |
| 12           | 3 271                  | 5 097   | 1 593                               | 1 584                                     | 19 017                 | 2 124                   |

| Draught<br>m | Ship operating<br>costs €/sea day<br>(G+H+I+J+K+L) | Ship operating<br>costs €/port day<br>(G+H+I+J+K+M) | Fixed costs<br>€/day<br>(G+H+I+J+K) | Ship operating<br>costs<br>€/t/sea day<br>(N/D) | Ship operating<br>costs<br>€/t/port day<br>(O/D) |
|--------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>A</b>     | <b>N</b>   | <b>O</b>  | <b>P</b>                            | <b>Q</b>  | <b>R</b>   |
| 4            | <b>10 532</b>                                      | <b>9 367</b>  | 8 780                               | <b>6,00</b>                                     | <b>5,33</b>                                      |
| 5            | <b>12 563</b>                                      | <b>10 352</b>                                       | 9 662                               | <b>3,80</b>                                     | <b>3,13</b>                                      |
| 6            | <b>15 082</b>                                      | <b>11 560</b>                                       | 10 743                              | <b>2,83</b>                                     | <b>2,17</b>                                      |
| 7            | <b>18 086</b>                                      | <b>12 993</b>                                       | 12 022                              | <b>2,30</b>                                     | <b>1,65</b>                                      |
| 8            | <b>21 577</b>                                      | <b>14 649</b>                                       | 13 499                              | <b>1,99</b>                                     | <b>1,35</b>                                      |
| 9            | <b>25 554</b>                                      | <b>16 528</b>                                       | 15 173                              | <b>1,78</b>                                     | <b>1,15</b>                                      |
| 10           | <b>30 017</b>                                      | <b>18 631</b>                                       | 17 046                              | <b>1,64</b>                                     | <b>1,02</b>                                      |
| 11           | <b>34 966</b>                                      | <b>20 958</b>                                       | 19 116                              | <b>1,54</b>                                     | <b>0,92</b>                                      |
| 12           | <b>40 402</b>                                      | <b>23 509</b>                                       | 21 385                              | <b>1,46</b>                                     | <b>0,85</b>                                      |

| Draught<br>m | Length m | Beam m   | Engine power<br>kW | Speed kn | Speed km/h |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------|------------|
| <b>A</b>     | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>           | <b>V</b> | <b>W</b>   |
| 4            | 85,0     | 11,9     | 1 048              | 7,6      | 14,1       |
| 5            | 88,8     | 13,5     | 1 735              | 9,0      | 16,6       |
| 6            | 100,7    | 14,4     | 2 595              | 9,9      | 18,4       |
| 7            | 122,3    | 16,6     | 3 628              | 10,1     | 18,7       |
| 8            | 129,7    | 18,7     | 4 833              | 11,5     | 21,4       |
| 9            | 148,9    | 21,6     | 6 210              | 11,7     | 21,7       |
| 10           | 154,1    | 24,2     | 7 760              | 12,0     | 22,2       |
| 11           | 178,2    | 26,8     | 9 482              | 12,6     | 23,3       |
| 12           | 187,5    | 27,6     | 11 377             | 13,1     | 24,3       |



**Dry bulk vessels**

| Draught<br>m | NT       | DWT      | Cargo capacity<br>tonnes | Price €    | Annuity €/year | Capital costs<br>€/day (F/365) |
|--------------|----------|----------|--------------------------|------------|----------------|--------------------------------|
| <b>A</b>     | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>                 | <b>E</b>   | <b>F</b>       | <b>G</b>                       |
| 8            | 5 100    | 14 940   | 13 894                   | 15 485 777 | 1 195 786      | 3 276                          |
| 9            | 7 273    | 21 487   | 19 983                   | 17 580 704 | 1 357 553      | 3 719                          |
| 10           | 9 830    | 29 219   | 27 174                   | 20 055 227 | 1 548 631      | 4 243                          |
| 11           | 12 773   | 38 139   | 35 469                   | 22 909 344 | 1 769 021      | 4 847                          |
| 12           | 16 100   | 48 244   | 44 867                   | 26 143 056 | 2 018 723      | 5 531                          |
| 13           | 19 811   | 59 536   | 55 368                   | 29 756 364 | 2 297 737      | 6 295                          |
| 14           | 23 907   | 72 013   | 66 972                   | 33 749 266 | 2 606 062      | 7 140                          |
| 15           | 28 388   | 85 677   | 79 680                   | 38 121 764 | 2 943 699      | 8 065                          |
| 16           | 33 254   | 100 528  | 93 491                   | 42 873 857 | 3 310 648      | 9 070                          |

| Draught<br>m | Manning costs<br>€/day | Repairs +<br>maintenance<br>€/day<br>(4%*E/365) | Insurance<br>€/day<br>(1,25%*D/365) | Over head cost<br>€/day<br>(8%*(G+H+I+J)) | Fuel cost<br>€/sea day | Fuel cost<br>€/port day |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>     | <b>H</b>               | <b>I</b>  | <b>J</b>                            | <b>K</b>                                  | <b>L</b>               | <b>M</b>                |
| 8            | 2 236                  | 1 697   | 530                                 | 619                                       | 7 448                  | 1 094                   |
| 9            | 2 463                  | 1 927   | 602                                 | 697                                       | 9 114                  | 1 242                   |
| 10           | 2 690                  | 2 198   | 687                                 | 785                                       | 10 780                 | 1 391                   |
| 11           | 2 917                  | 2 511   | 785                                 | 885                                       | 12 446                 | 1 539                   |
| 12           | 3 144                  | 2 865   | 895                                 | 995                                       | 14 112                 | 1 687                   |
| 13           | 3 371                  | 3 261   | 1 019                               | 1 116                                     | 15 779                 | 1 835                   |
| 14           | 3 598                  | 3 699   | 1 156                               | 1 247                                     | 17 445                 | 1 984                   |
| 15           | 3 825                  | 4 178   | 1 306                               | 1 390                                     | 19 111                 | 2 132                   |
| 16           | 4 052                  | 4 699   | 1 468                               | 1 543                                     | 20 777                 | 2 280                   |

| Draught<br>m | Ship operating<br>costs €/sea day<br>(G+H+I+J+K+L) | Ship operating<br>costs €/port day<br>(G+H+I+J+K+M) | Fixed costs<br>€/day<br>(G+H+I+J+K) | Ship operating<br>costs<br>€/t/sea day<br>(N/D) | Ship operating<br>costs<br>€/t/port day<br>(O/D) |
|--------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>A</b>     | <b>M</b>   | <b>N</b>  | <b>O</b>                            | <b>P</b>  | <b>Q</b>   |
| 8            | <b>15 806</b>                                      | <b>9 453</b>  | 8 359                               | <b>1,14</b>                                     | <b>0,68</b>                                      |
| 9            | <b>18 522</b>                                      | <b>10 650</b>                                       | 9 408                               | <b>0,93</b>                                     | <b>0,53</b>                                      |
| 10           | <b>21 383</b>                                      | <b>11 994</b>                                       | 10 603                              | <b>0,79</b>                                     | <b>0,44</b>                                      |
| 11           | <b>24 390</b>                                      | <b>13 482</b>                                       | 11 944                              | <b>0,69</b>                                     | <b>0,38</b>                                      |
| 12           | <b>27 543</b>                                      | <b>15 117</b>                                       | 13 430                              | <b>0,61</b>                                     | <b>0,34</b>                                      |
| 13           | <b>30 841</b>                                      | <b>16 898</b>                                       | 15 062                              | <b>0,56</b>                                     | <b>0,31</b>                                      |
| 14           | <b>34 285</b>                                      | <b>18 824</b>                                       | 16 840                              | <b>0,51</b>                                     | <b>0,28</b>                                      |
| 15           | <b>37 875</b>                                      | <b>20 895</b>                                       | 18 763                              | <b>0,48</b>                                     | <b>0,26</b>                                      |
| 16           | <b>41 610</b>                                      | <b>23 113</b>                                       | 20 833                              | <b>0,45</b>                                     | <b>0,25</b>                                      |

| Draught<br>m | Length m | Beam m   | Engine power<br>kW | Speed kn | Speed km/h |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------|------------|
| <b>A</b>     | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>           | <b>V</b> | <b>W</b>   |
| 8            | 134,4    | 19,3     | 4 455              | 10,6     | 19,7       |
| 9            | 149,8    | 20,9     | 5 452              | 11,2     | 20,8       |
| 10           | 177,0    | 27,1     | 6 449              | 11,6     | 21,5       |
| 11           | 184,7    | 28,1     | 7 446              | 11,8     | 21,8       |
| 12           | 187,3    | 29,7     | 8 443              | 11,7     | 21,6       |
| 13           | 189,8    | 31,4     | 9 439              | 11,6     | 21,6       |
| 14           | 228,8    | 33,5     | 10 436             | 11,7     | 21,6       |
| 15           | 222,2    | 34,4     | 11 433             | 11,6     | 21,4       |
| 16           | 253,0    | 38,9     | 12 430             | 11,3     | 21,0       |

**Tankers**

| Draught<br>m | NT       | DWT      | Cargo capacity<br>tonnes | Price €    | Annuity €/year | Capital costs<br>€/day (F/365) |
|--------------|----------|----------|--------------------------|------------|----------------|--------------------------------|
| <b>A</b>     | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>                 | <b>E</b>   | <b>F</b>       | <b>G</b>                       |
| 6            | 949      | 3 033    | 2 851                    | 25 524 866 | 1 970 987      | 5 400                          |
| 7            | 1 989    | 6 580    | 6 185                    | 26 489 839 | 2 045 501      | 5 604                          |
| 8            | 3 409    | 11 485   | 10 796                   | 27 823 973 | 2 148 521      | 5 886                          |
| 9            | 5 210    | 17 747   | 16 682                   | 29 527 266 | 2 280 046      | 6 247                          |
| 10           | 7 392    | 25 367   | 23 845                   | 31 599 719 | 2 440 077      | 6 685                          |
| 11           | 9 953    | 34 343   | 32 283                   | 34 041 332 | 2 628 615      | 7 202                          |
| 12           | 12 895   | 44 677   | 41 996                   | 36 852 104 | 2 845 658      | 7 796                          |
| 13           | 16 218   | 56 368   | 52 986                   | 40 032 037 | 3 091 207      | 8 469                          |
| 14           | 19 921   | 69 416   | 65 251                   | 43 581 129 | 3 365 262      | 9 220                          |
| 15           | 24 005   | 83 821   | 78 792                   | 47 499 380 | 3 667 823      | 10 049                         |
| 16           | 28 468   | 99 584   | 93 609                   | 51 786 792 | 3 998 890      | 10 956                         |

| Draught<br>m | Manning costs<br>€/day | Repairs +<br>maintenance<br>€/day<br>(4%*E/365) | Insurance<br>€/day<br>(1,25%*D/365) | Over head cost<br>€/day<br>(8%*(G+H+I+J)) | Fuel cost<br>€/sea day | Fuel cost<br>€/port day |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>     | <b>H</b>               | <b>I</b>  | <b>J</b>                            | <b>K</b>                                  | <b>L</b>               | <b>M</b>                |
| 6            | 2 799                  | 2 797   | 874                                 | 950                                       | 4 640                  | 844                     |
| 7            | 3 005                  | 2 903   | 907                                 | 994                                       | 6 090                  | 973                     |
| 8            | 3 211                  | 3 049   | 953                                 | 1 048                                     | 7 737                  | 1 120                   |
| 9            | 3 418                  | 3 236   | 1 011                               | 1 113                                     | 9 581                  | 1 284                   |
| 10           | 3 624                  | 3 463   | 1 082                               | 1 188                                     | 11 623                 | 1 466                   |
| 11           | 3 830                  | 3 731   | 1 166                               | 1 274                                     | 13 861                 | 1 665                   |
| 12           | 4 037                  | 4 039   | 1 262                               | 1 371                                     | 16 295                 | 1 881                   |
| 13           | 4 243                  | 4 387   | 1 371                               | 1 478                                     | 18 927                 | 2 116                   |
| 14           | 4 450                  | 4 776   | 1 493                               | 1 595                                     | 21 756                 | 2 367                   |
| 15           | 4 656                  | 5 205   | 1 627                               | 1 723                                     | 24 782                 | 2 637                   |
| 16           | 4 862                  | 5 675   | 1 774                               | 1 861                                     | 28 004                 | 2 924                   |

| Draught<br>m | Ship operating<br>costs €/sea day<br>(G+H+I+J+K+L) | Ship operating<br>costs €/port day<br>(G+H+I+J+K+M) | Fixed costs<br>€/day<br>(G+H+I+J+K) | Ship operating<br>costs<br>€/t/sea day<br>(N/D) | Ship operating<br>costs<br>€/t/port day<br>(O/D) |
|--------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>A</b>     | <b>M</b>   | <b>N</b>  | <b>O</b>                            | <b>P</b>  | <b>Q</b>   |
| 6            | 17 459   | 13 664  | 12 820                              | 6,12  | 4,79   |
| 7            | 19 503   | 14 386  | 13 413                              | 3,15  | 2,33   |
| 8            | 21 885   | 15 267  | 14 148                              | 2,03  | 1,41   |
| 9            | 24 606   | 16 308  | 15 024                              | 1,47  | 0,98   |
| 10           | 27 665   | 17 508  | 16 043                              | 1,16  | 0,73   |
| 11           | 31 063   | 18 867  | 17 203                              | 0,96  | 0,58   |
| 12           | 34 800   | 20 386  | 18 505                              | 0,83  | 0,49   |
| 13           | 38 875   | 22 064  | 19 948                              | 0,73  | 0,42   |
| 14           | 43 289   | 23 900  | 21 533                              | 0,66  | 0,37   |
| 15           | 48 042   | 25 897  | 23 260                              | 0,61  | 0,33   |
| 16           | 53 133   | 28 052  | 25 128                              | 0,57  | 0,30   |

| Draught<br>m | Length m | Beam m   | Engine power<br>kW | Speed kn | Speed km/h |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------|------------|
| <b>A</b>     | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>           | <b>V</b> | <b>W</b>   |
| 6            | 103,0    | 15,5     | 2 776              | 9,6      | 17,8       |
| 7            | 112,6    | 17,0     | 3 643              | 10,1     | 18,8       |
| 8            | 124,3    | 19,1     | 4 629              | 11,7     | 21,7       |
| 9            | 142,1    | 22,3     | 5 732              | 12,5     | 23,2       |
| 10           | 154,1    | 24,4     | 6 953              | 12,0     | 22,2       |
| 11           | 178,5    | 27,5     | 8 292              | 8,4      | 15,6       |
| 12           | 184,0    | 28,7     | 9 749              | 11,2     | 20,7       |
| 13           | 187,9    | 31,9     | 11 323             | 11,5     | 21,3       |
| 14           | 216,7    | 32,8     | 13 015             | 11,9     | 22,1       |
| 15           | 239,6    | 39,3     | 14 825             | 11,4     | 21,2       |
| 16           | 258,9    | 42,7     | 16 753             | 11,4     | 21,1       |

**Ro-ro cargo vessels**

| Draught<br>m | NT       | DWT      | Cargo capacity<br>tonnes | Price €    | Annuity €/year | Capital costs<br>€/day (F/365) |
|--------------|----------|----------|--------------------------|------------|----------------|--------------------------------|
| <b>A</b>     | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>                 | <b>E</b>   | <b>F</b>       | <b>G</b>                       |
| 5            | 2 688    | 2 842    | 2 444                    | 30 496 956 | 2 354 924      | 6 452                          |
| 6            | 4 010    | 5 222    | 4 491                    | 32 877 086 | 2 538 714      | 6 955                          |
| 7            | 5 595    | 8 321    | 7 156                    | 35 975 724 | 2 777 985      | 7 611                          |
| 8            | 7 444    | 12 138   | 10 439                   | 39 792 870 | 3 072 739      | 8 418                          |
| 9            | 9 556    | 16 674   | 14 339                   | 44 328 524 | 3 422 975      | 9 378                          |
| 10           | 11 932   | 21 928   | 18 858                   | 49 582 686 | 3 828 692      | 10 490                         |

| Draught<br>m | Manning costs<br>€/day | Repairs +<br>maintenance<br>€/day<br>(4%*E/365) | Insurance<br>€/day<br>(1,25%*D/365) | Over head cost<br>€/day<br>(8%*(G+H+I+J)) | Fuel cost<br>€/sea day | Fuel cost<br>€/port day |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>     | <b>H</b>               | <b>I</b>  | <b>J</b>                            | <b>K</b>                                  | <b>L</b>               | <b>M</b>                |
| 5            | 1 879                  | 3 342   | 1 044                               | 1 017                                     | 10 855                 | 1 397                   |
| 6            | 2 272                  | 3 603   | 1 126                               | 1 116                                     | 14 749                 | 1 744                   |
| 7            | 2 664                  | 3 943   | 1 232                               | 1 236                                     | 19 238                 | 2 143                   |
| 8            | 3 057                  | 4 361   | 1 363                               | 1 376                                     | 24 323                 | 2 596                   |
| 9            | 3 450                  | 4 858   | 1 518                               | 1 536                                     | 30 003                 | 3 101                   |
| 10           | 3 843                  | 5 434   | 1 698                               | 1 717                                     | 36 279                 | 3 660                   |

| Draught<br>m | Ship operating<br>costs €/sea day<br>(G+H+I+J+K+L) | Ship operating<br>costs €/port day<br>(G+H+I+J+K+M) | Fixed costs<br>€/day<br>(G+H+I+J+K) | Ship operating<br>costs<br>€/t/sea day<br>(N/D) | Ship operating<br>costs<br>€/t/port day<br>(O/D) |
|--------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>A</b>     | <b>M</b>   | <b>N</b>  | <b>O</b>                            | <b>P</b>  | <b>Q</b>   |
| 5            | <b>24 590</b>                                      | <b>15 132</b>                                       | 13 735                              | <b>10,06</b>                                    | <b>6,19</b>                                      |
| 6            | <b>29 821</b>                                      | <b>16 816</b>                                       | 15 072                              | <b>6,64</b>                                     | <b>3,74</b>                                      |
| 7            | <b>35 924</b>                                      | <b>18 829</b>                                       | 16 686                              | <b>5,02</b>                                     | <b>2,63</b>                                      |
| 8            | <b>42 898</b>                                      | <b>21 171</b>                                       | 18 575                              | <b>4,11</b>                                     | <b>2,03</b>                                      |
| 9            | <b>50 743</b>                                      | <b>23 841</b>                                       | 20 740                              | <b>3,54</b>                                     | <b>1,66</b>                                      |
| 10           | <b>59 460</b>                                      | <b>26 841</b>                                       | 23 181                              | <b>3,15</b>                                     | <b>1,42</b>                                      |

| Draught<br>m | Length m | Beam m   | Engine power<br>kW | Speed kn | Speed km/h |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------|------------|
| <b>A</b>     | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>           | <b>V</b> | <b>W</b>   |
| 5            | 109,0    | 20,5     | 6 494              | 11,5     | 21,3       |
| 6            | 117,1    | 19,7     | 8 823              | 12,3     | 22,8       |
| 7            | 168,0    | 24,3     | 11 509             | 14,0     | 25,9       |
| 8            | 167,0    | 25,6     | 14 551             | 15,6     | 28,9       |
| 9            | 188,9    | 26,0     | 17 949             | 14,4     | 26,7       |
| 10           | 217,2    | 30,0     | 21 703             | 14,7     | 27,2       |

**Ro-ro passenger vessels**

| Draught<br>m | NT       | DWT      | Cargo capacity<br>tonnes | Price €     | Annuity €/year | Capital costs<br>€/day (F/365) |
|--------------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------------|--------------------------------|
| <b>A</b>     | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b>                 | <b>E</b>    | <b>F</b>       | <b>G</b>                       |
| 4            | 1 594    | 2 946    |                          | 73 463 335  | 5 672 716      | 15 542                         |
| 5            | 6 120    | 3 895    |                          | 78 209 416  | 6 039 200      | 16 546                         |
| 6            | 13 579   | 4 976    |                          | 83 617 280  | 6 456 787      | 17 690                         |
| 7            | 23 973   | 6 190    |                          | 89 686 925  | 6 925 474      | 18 974                         |
| 8            | 37 301   | 7 537    |                          | 96 418 353  | 7 445 264      | 20 398                         |
| 9            | 53 563   | 9 015    |                          | 103 811 563 | 8 016 155      | 21 962                         |

| Draught<br>m | Manning costs<br>€/day | Repairs +<br>maintenance<br>€/day<br>(4%*E/365) | Insurance<br>€/day<br>(1,25%*D/365) | Over head cost<br>€/day<br>(8%*(G+H+I+J)) | Fuel cost<br>€/sea day | Fuel cost<br>€/port day |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>     | <b>H</b>               | <b>I</b>  | <b>J</b>                            | <b>K</b>                                  | <b>L</b>               | <b>M</b>                |
| 4            | 5 300                  | 8 051   | 2 516                               | 2 513                                     | 7 067                  | 707                     |
| 5            | 5 341                  | 8 571   | 2 678                               | 2 651                                     | 19 309                 | 1 931                   |
| 6            | 5 383                  | 9 164   | 2 864                               | 2 808                                     | 37 577                 | 3 758                   |
| 7            | 5 424                  | 9 829   | 3 071                               | 2 984                                     | 61 871                 | 6 187                   |
| 8            | 5 466                  | 10 566  | 3 302                               | 3 179                                     | 92 191                 | 9 219                   |
| 9            | 5 508                  | 11 377  | 3 555                               | 3 392                                     | 128 538                | 12 854                  |

| Draught<br>m | Ship operating<br>costs €/sea day<br>(G+H+I+J+K+L) | Ship operating<br>costs €/port day<br>(G+H+I+J+K+M) | Fixed costs<br>€/day<br>(G+H+I+J+K) | Ship operating<br>costs<br>€/t/sea day<br>(N/D) | Ship operating<br>costs<br>€/t/port day<br>(O/D) |
|--------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>A</b>     | <b>M</b>   | <b>N</b>  | <b>O</b>                            | <b>P</b>  | <b>Q</b>   |
| 4            | <b>40 988</b>                                      | <b>34 627</b>                                       | 33 920                              |   |  |
| 5            | <b>55 096</b>                                      | <b>37 718</b>                                       | 35 787                              |   |  |
| 6            | <b>75 485</b>                                      | <b>41 665</b>                                       | 37 908                              |   |  |
| 7            | <b>102 154</b>                                     | <b>46 469</b>                                       | 40 282                              |   |  |
| 8            | <b>135 102</b>                                     | <b>52 130</b>                                       | 42 911                              |   |  |
| 9            | <b>174 331</b>                                     | <b>58 647</b>                                       | 45 794                              |   |  |

| Draught<br>m | Length m | Beam m   | Engine power<br>kW | Speed kn | Speed km/h |
|--------------|----------|----------|--------------------|----------|------------|
| <b>A</b>     | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>U</b>           | <b>V</b> | <b>W</b>   |
| 4            | 87,1     | 18,9     | 4 228              | 11,7     | 21,7       |
| 5            | 126,7    | 22,8     | 11 552             | 11,3     | 21,0       |
| 6            | 184,4    | 28,1     | 22 480             | 12,9     | 23,9       |
| 7            | 199,7    | 28,6     | 37 014             | 16,1     | 29,8       |
| 8            | 245,5    | 34,5     | 55 153             | 16,7     | 31,0       |
| 9            | 285,2    | 38,3     | 76 896             | 14,7     | 27,2       |

# Herkkyystarkastelut

## Herkkyystarkastelut alustyyppittäin syväysluokkien keskiarvoilla

### Pääomakustannukset -30 %

|                          | Pääoma-<br>menot | -30 % | Miehitys-<br>kustannukset | Korjaus +<br>kunnossapito | Vakuutukset | Yleis-<br>kustannukset | Polttoaine-<br>kustannukset | Indeksi | Uusi<br>indeksi | Erotus |
|--------------------------|------------------|-------|---------------------------|---------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|---------|-----------------|--------|
| Konttialukset            | 0,15             | 0,11  | 0,06                      | 0,08                      | 0,02        | 0,03                   | 0,66                        | 100     | 95,4            | 4,6    |
| Muut kuivalastialukset   | 0,28             | 0,19  | 0,10                      | 0,14                      | 0,04        | 0,05                   | 0,39                        | 100     | 91,7            | 8,3    |
| Irtolastialukset         | 0,21             | 0,14  | 0,11                      | 0,11                      | 0,03        | 0,04                   | 0,50                        | 100     | 93,8            | 6,2    |
| Säiliöalukset            | 0,23             | 0,16  | 0,12                      | 0,12                      | 0,04        | 0,04                   | 0,45                        | 100     | 93,0            | 7,0    |
| Ro-ro-lastialukset       | 0,20             | 0,14  | 0,07                      | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,56                        | 100     | 93,9            | 6,1    |
| Ro-ro-matkustaja-alukset | 0,19             | 0,13  | 0,06                      | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,59                        | 100     | 94,3            | 5,7    |

### Miehityskustannukset -30 %

|                          | Pääoma-<br>menot | Miehitys-<br>kustannukset | -30 % | Korjaus +<br>kunnossapito | Vakuutukset | Yleis-<br>kustannukset | Polttoaine-<br>kustannukset | Indeksi | Uusi<br>indeksi | Erotus |
|--------------------------|------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|---------|-----------------|--------|
| Konttialukset            | 0,15             | 0,06                      | 0,04  | 0,08                      | 0,02        | 0,03                   | 0,66                        | 100     | 98,3            | 1,7    |
| Muut kuivalastialukset   | 0,28             | 0,10                      | 0,07  | 0,14                      | 0,04        | 0,05                   | 0,39                        | 100     | 97,0            | 3,0    |
| Irtolastialukset         | 0,21             | 0,11                      | 0,08  | 0,11                      | 0,03        | 0,04                   | 0,50                        | 100     | 96,6            | 3,4    |
| Säiliöalukset            | 0,23             | 0,12                      | 0,08  | 0,12                      | 0,04        | 0,04                   | 0,45                        | 100     | 96,5            | 3,5    |
| Ro-ro-lastialukset       | 0,20             | 0,07                      | 0,05  | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,56                        | 100     | 97,9            | 2,1    |
| Ro-ro-matkustaja-alukset | 0,19             | 0,06                      | 0,04  | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,59                        | 100     | 98,3            | 1,7    |

### Polttoainekustannukset +30 %

|                          | Pääoma-<br>menot | Miehitys-<br>kustannukset | Korjaus +<br>kunnossapito | Vakuutukset | Yleis-<br>kustannukset | Polttoaine-<br>kustannukset | +30 % | Indeksi | Uusi<br>indeksi | Lisäys |
|--------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-------|---------|-----------------|--------|
| Konttialukset            | 0,15             | 0,06                      | 0,08                      | 0,02        | 0,03                   | 0,66                        | 0,85  | 100     | 119,7           | 19,7   |
| Muut kuivalastialukset   | 0,28             | 0,10                      | 0,14                      | 0,04        | 0,05                   | 0,39                        | 0,51  | 100     | 111,7           | 11,7   |
| Irtolastialukset         | 0,21             | 0,11                      | 0,11                      | 0,03        | 0,04                   | 0,50                        | 0,65  | 100     | 115,1           | 15,1   |
| Säiliöalukset            | 0,23             | 0,12                      | 0,12                      | 0,04        | 0,04                   | 0,45                        | 0,59  | 100     | 113,6           | 13,6   |
| Ro-ro-lastialukset       | 0,20             | 0,07                      | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,56                        | 0,72  | 100     | 116,7           | 16,7   |
| Ro-ro-matkustaja-alukset | 0,19             | 0,06                      | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,59                        | 0,77  | 100     | 117,8           | 17,8   |

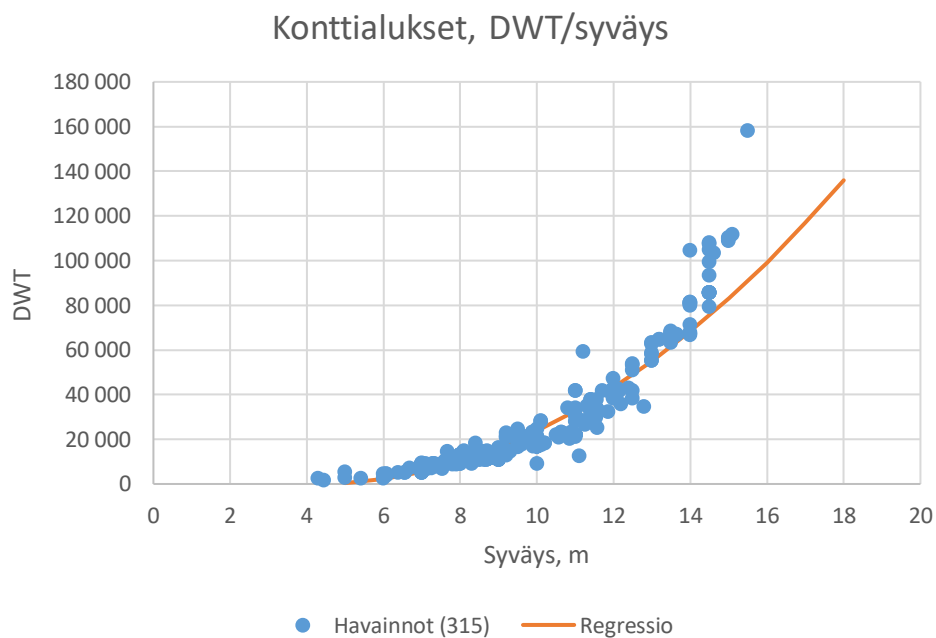
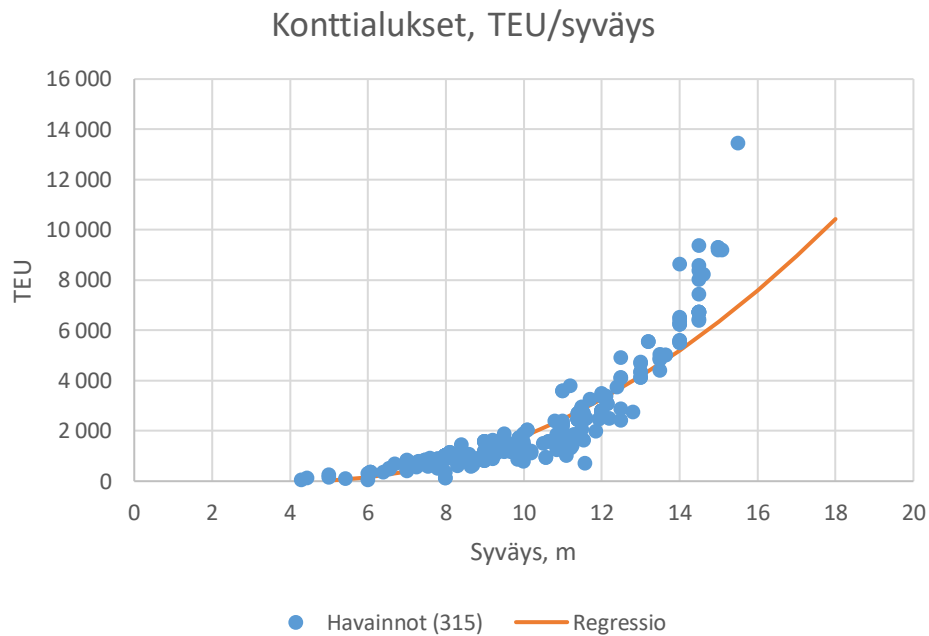
### Slow steaming -30 % (\*polttoainekustannukset -51 %)

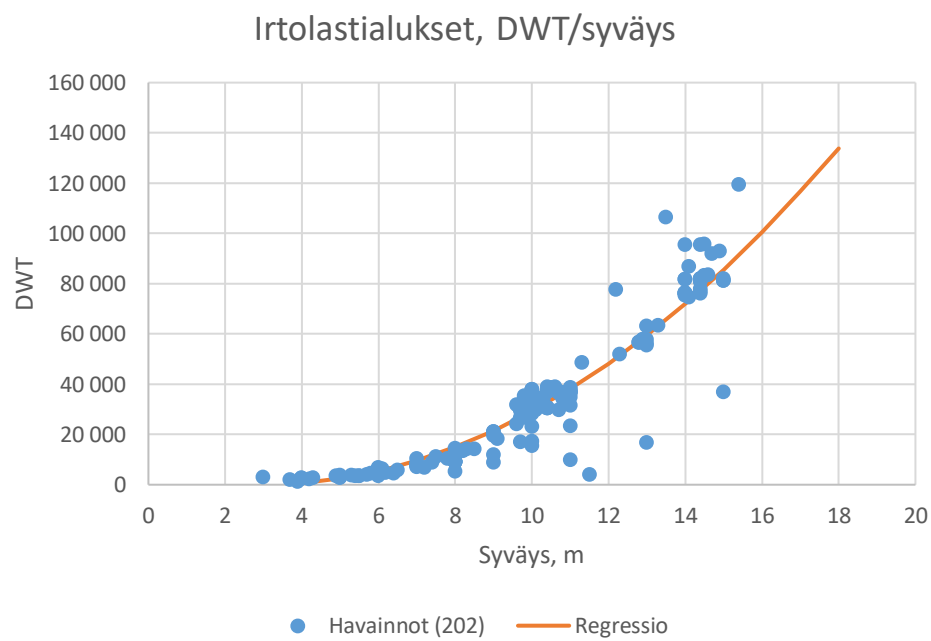
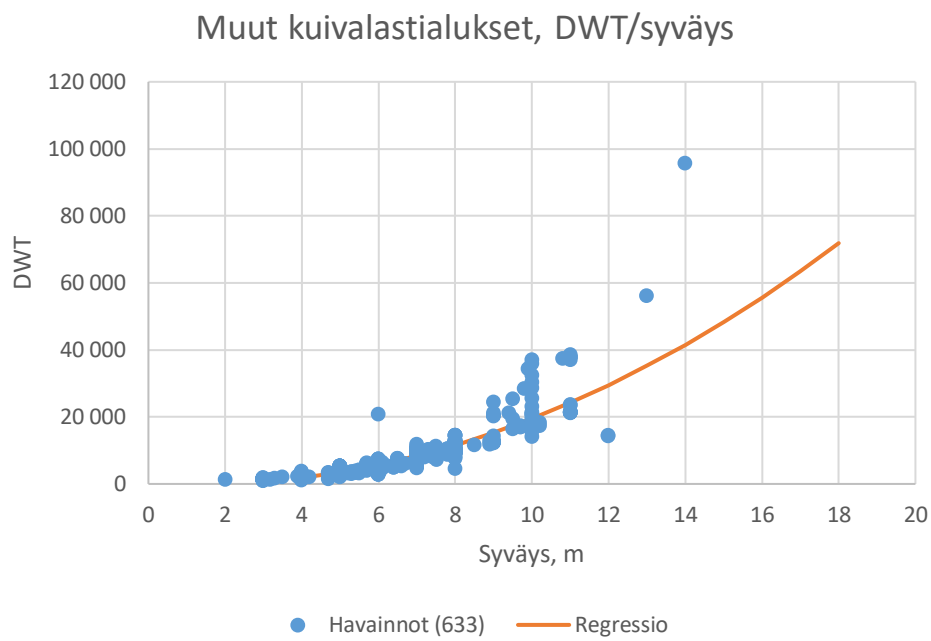
#### \*Amiralteettikaava

|                          | Pääoma-<br>menot | Miehitys-<br>kustannukset | Korjaus +<br>kunnossapito | Vakuutukset | Yleis-<br>kustannukset | Polttoaine-<br>kustannukset | -51 % | Indeksi | Uusi<br>indeksi | Erotus |
|--------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-------|---------|-----------------|--------|
| Konttialukset            | 0,15             | 0,06                      | 0,08                      | 0,03        | 0,03                   | 0,66                        | 0,32  | 100     | 66,7            | 33,3   |
| Muut kuivalastialukset   | 0,28             | 0,10                      | 0,15                      | 0,05        | 0,05                   | 0,39                        | 0,19  | 100     | 80,9            | 19,1   |
| Irtolastialukset         | 0,21             | 0,11                      | 0,11                      | 0,03        | 0,04                   | 0,50                        | 0,25  | 100     | 74,8            | 25,2   |
| Säiliöalukset            | 0,23             | 0,12                      | 0,12                      | 0,04        | 0,04                   | 0,45                        | 0,22  | 100     | 77,5            | 22,5   |
| Ro-ro-lastialukset       | 0,20             | 0,07                      | 0,11                      | 0,03        | 0,03                   | 0,56                        | 0,27  | 100     | 72,0            | 28,0   |
| Ro-ro-matkustaja-alukset | 0,19             | 0,06                      | 0,10                      | 0,03        | 0,03                   | 0,59                        | 0,29  | 100     | 70,0            | 30,0   |

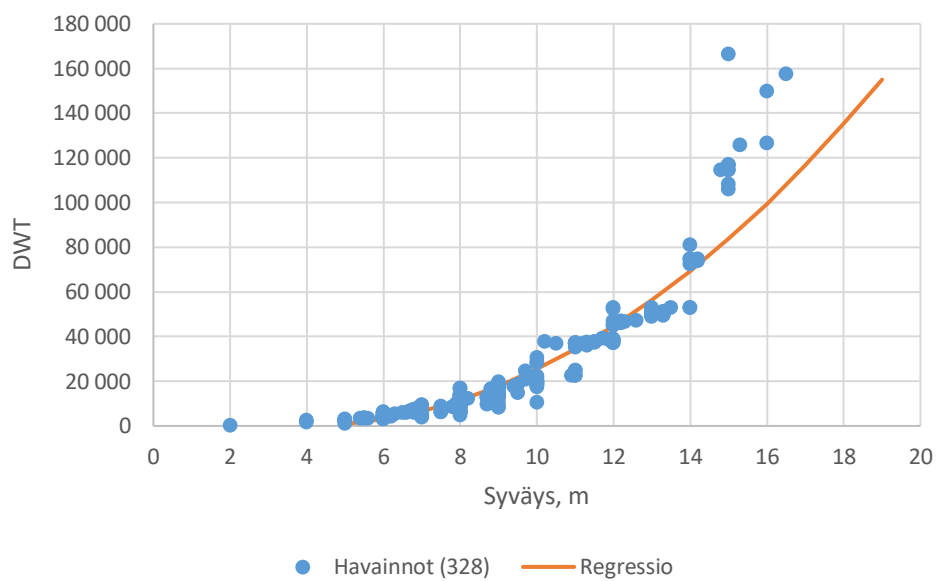
\* Amiralteettikaavasta löytyy selostus luvusta 5. Amiralteettikaavan osoittama kulutusmuutos yleistettynä koko laivan kulutukseen toimii ainoastaan kohtuullisen pienillä nopeudenmuutoksilla ja ajettaessa lähellä suunnitellunopeutta.

## Alusten lastikapasiteetin ja syväyksen väliset regressioanalyysit



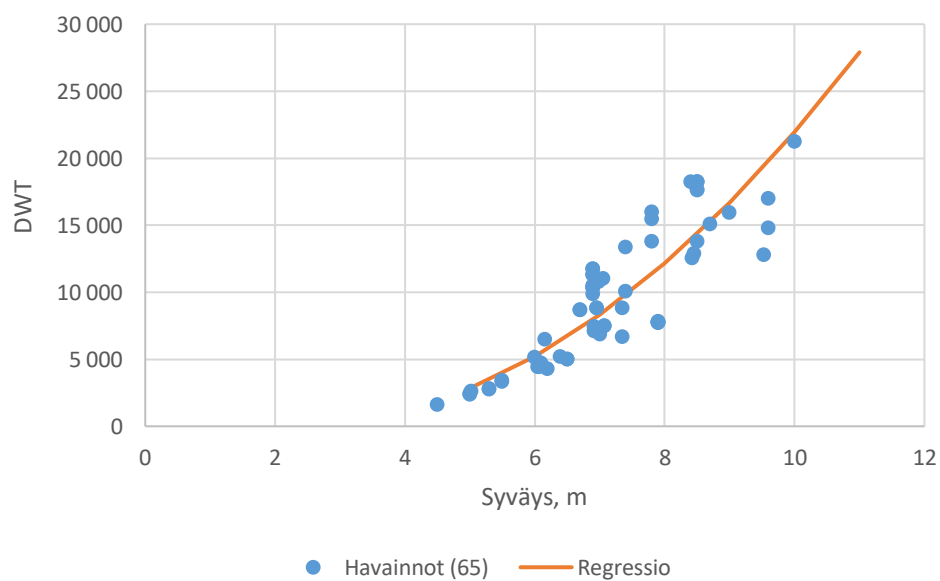


## Säiliöalukset, DWT/syväys

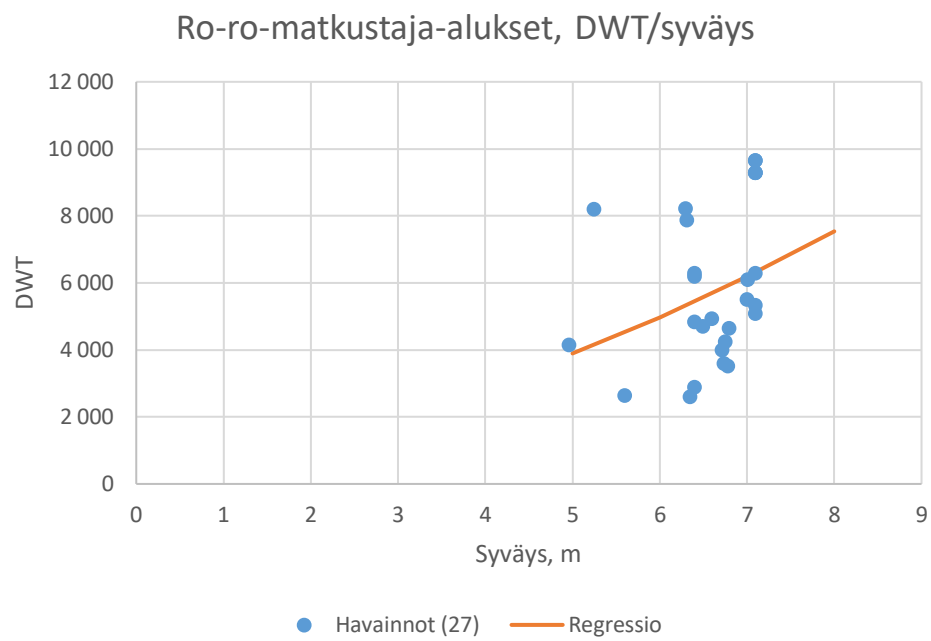


C

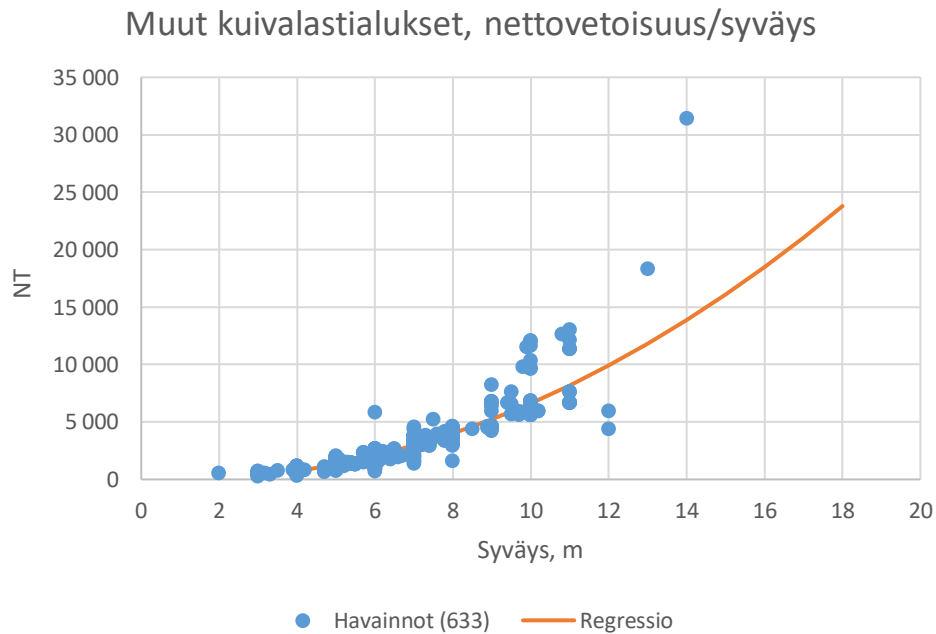
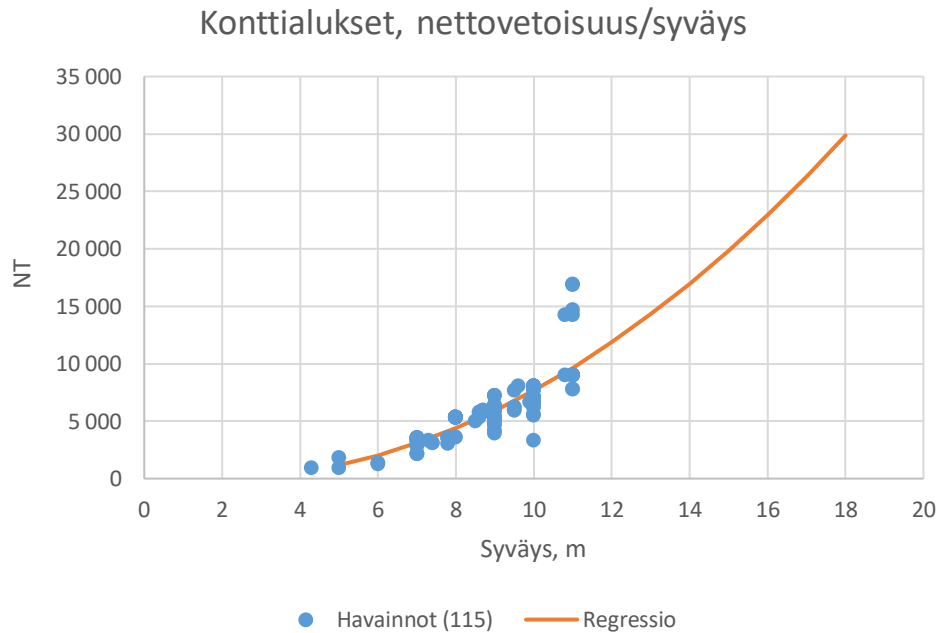
## Ro-ro-lastilaukset, DWT/syväys



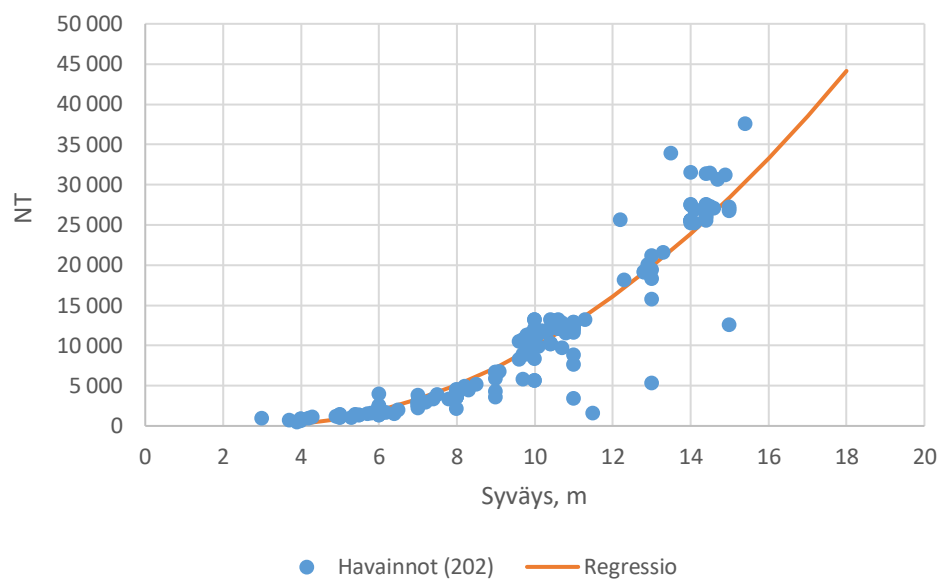




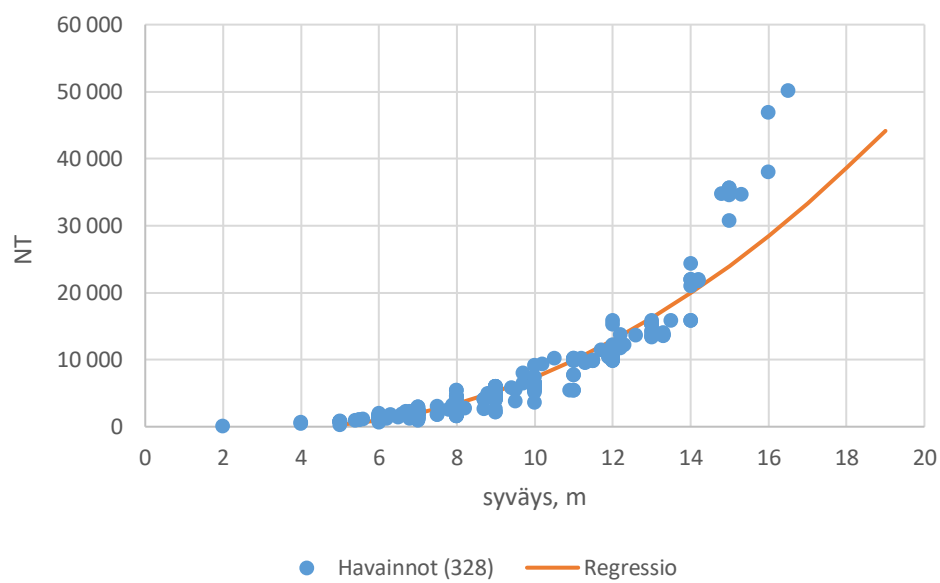
## Alusten nettovetoisuuden ja syväyksen väliset regressioanalyysit



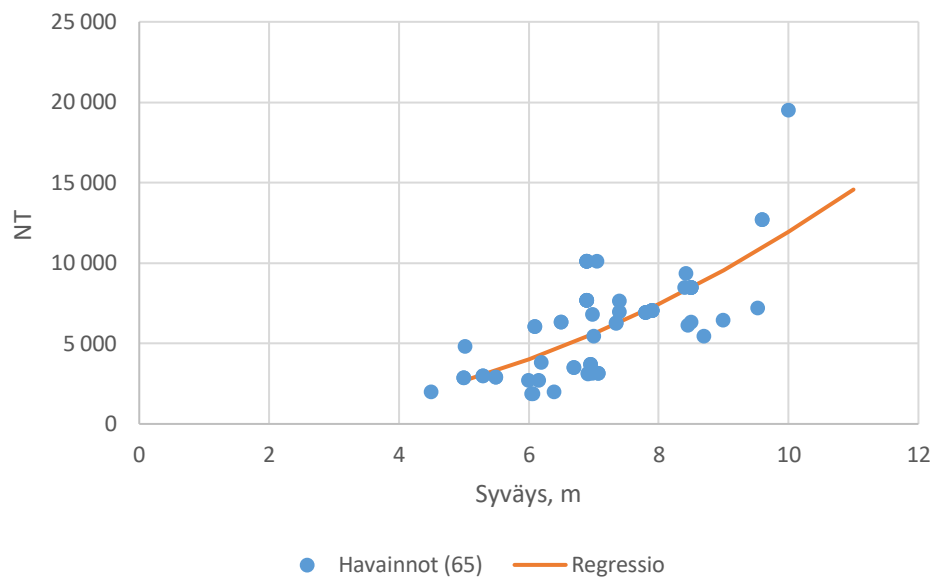
## Irtolastialukset, nettovetoisuus/syväys



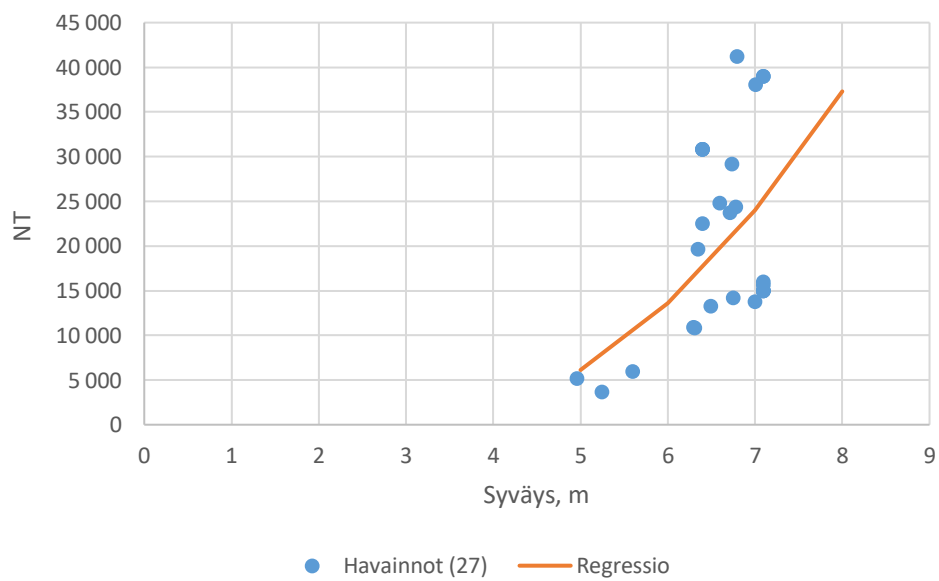
## Säiliöalukset, nettovetoisuus/syväys



## Ro-ro-lastialukset, nettovetoisuus/syväys

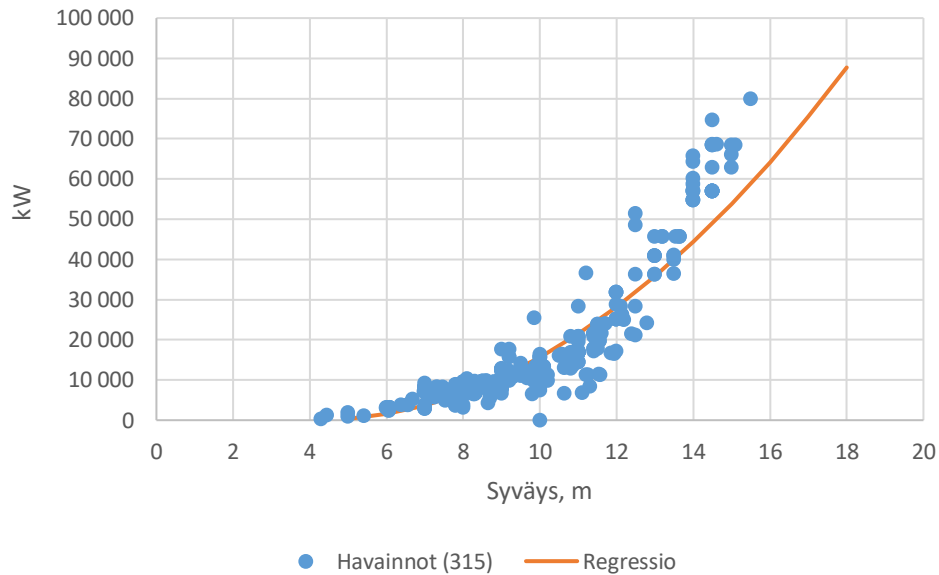


## Ro-ro-matkustaja-alukset, nettovetoisuus/syväys

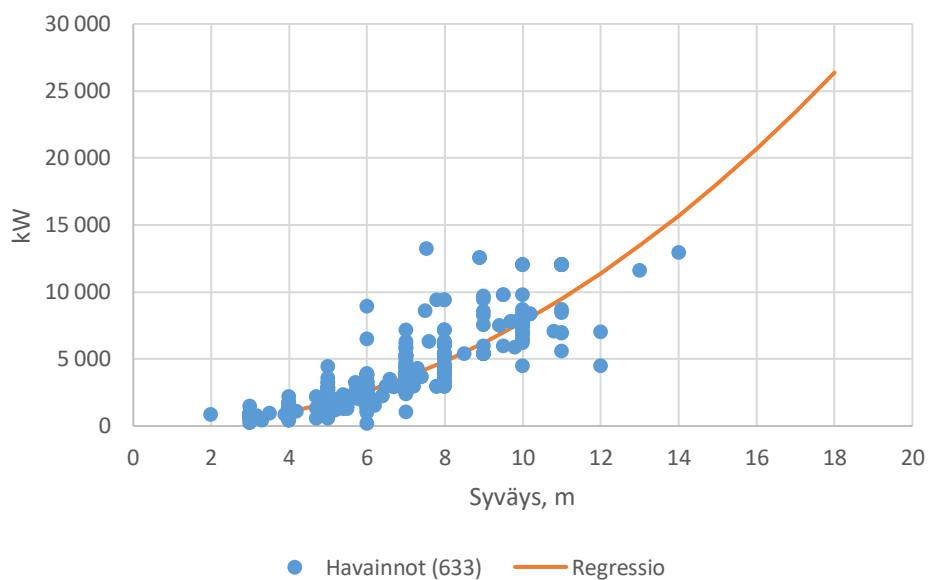


## Alusten konetehon ja syväyksen väliset regressioanalyysit

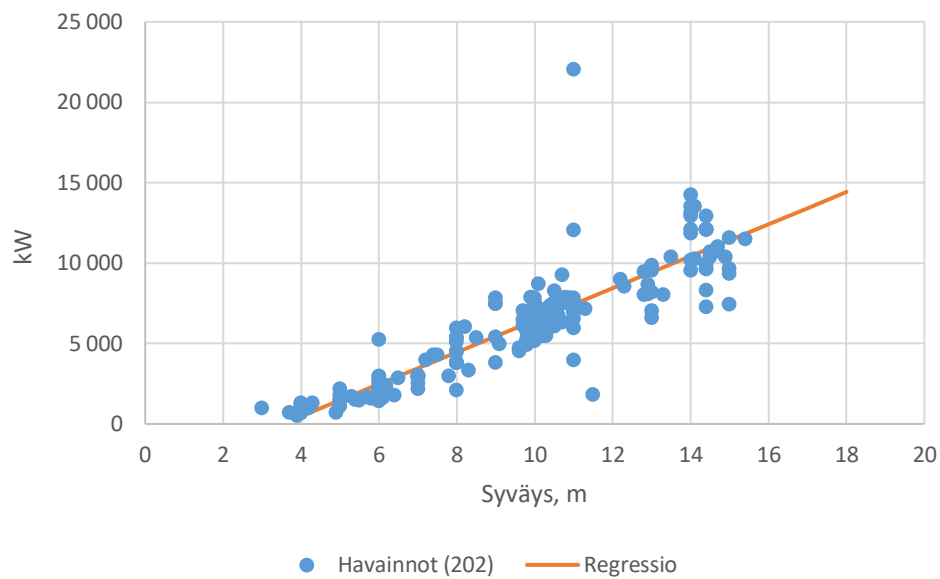
Konttialukset, koneteho/syväys



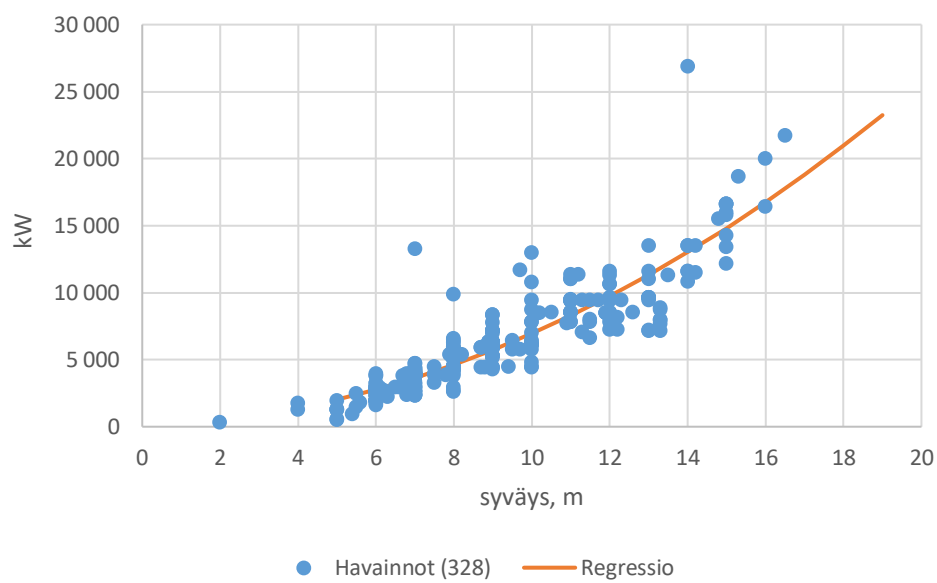
Muut kuivalastialukset, koneteho/syväys



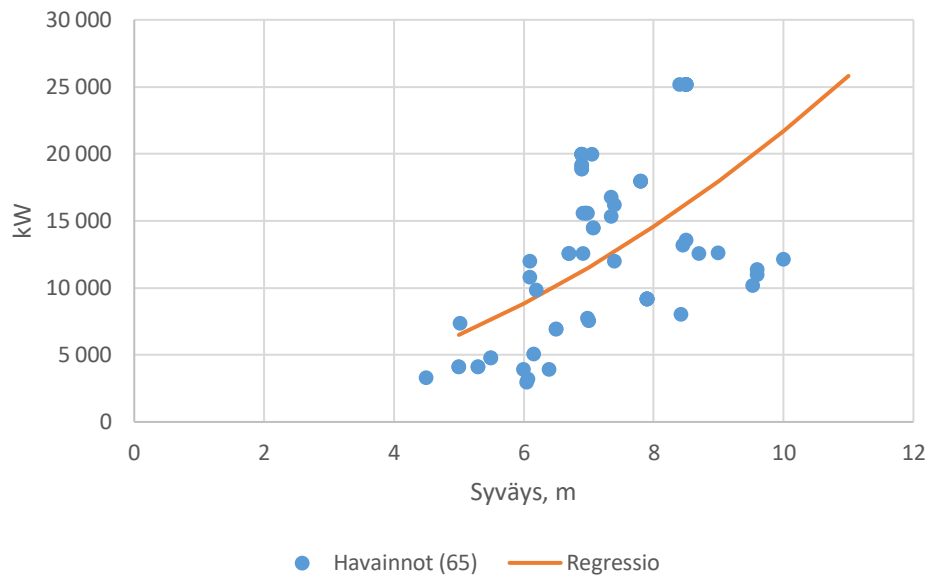
## Irtolastialukset, koneteho/syväys



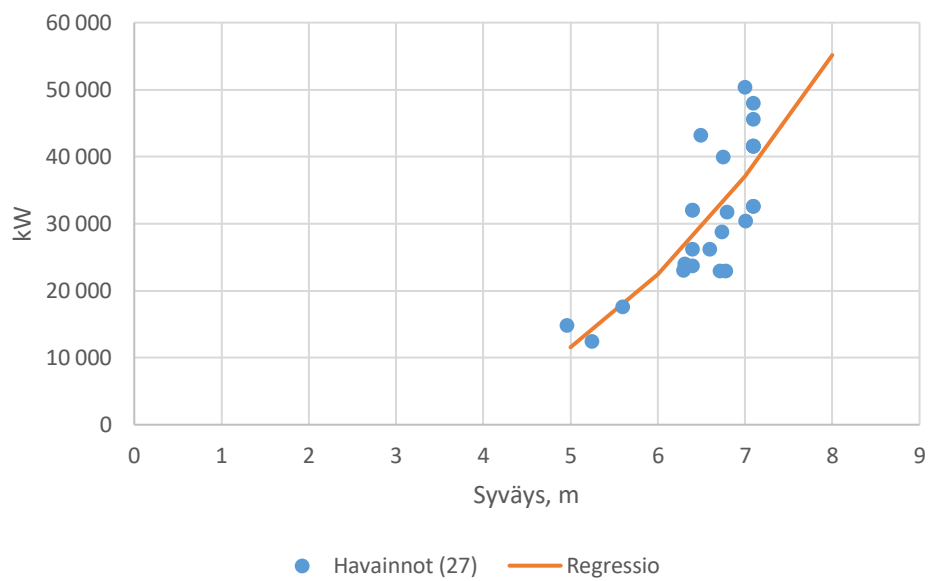
## Säiliöalukset, koneteho/syväys



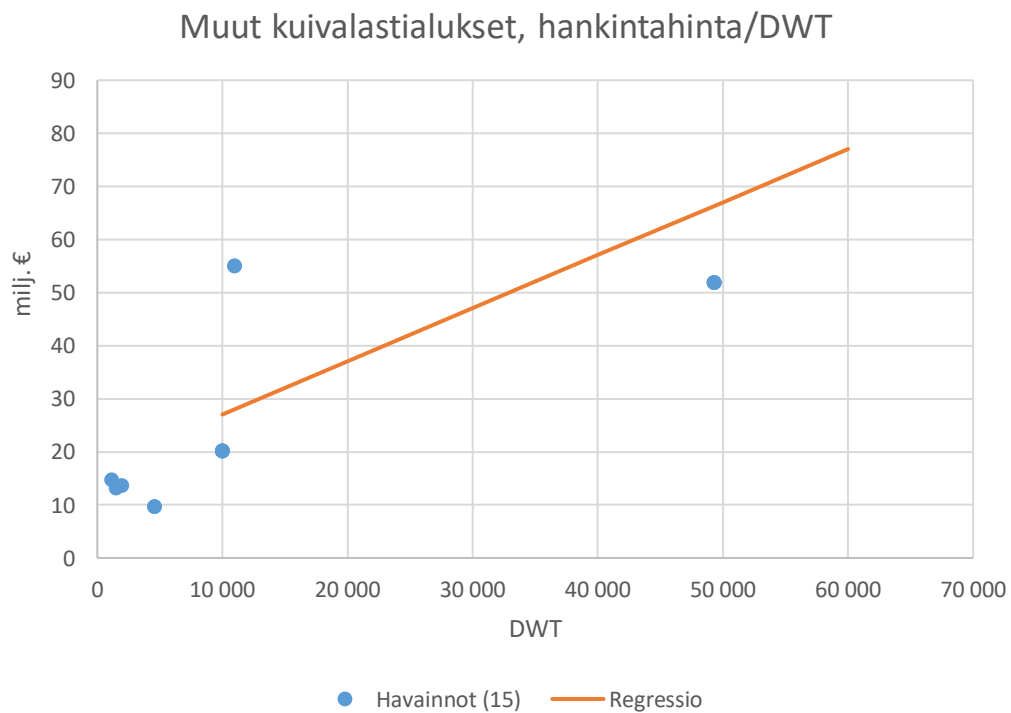
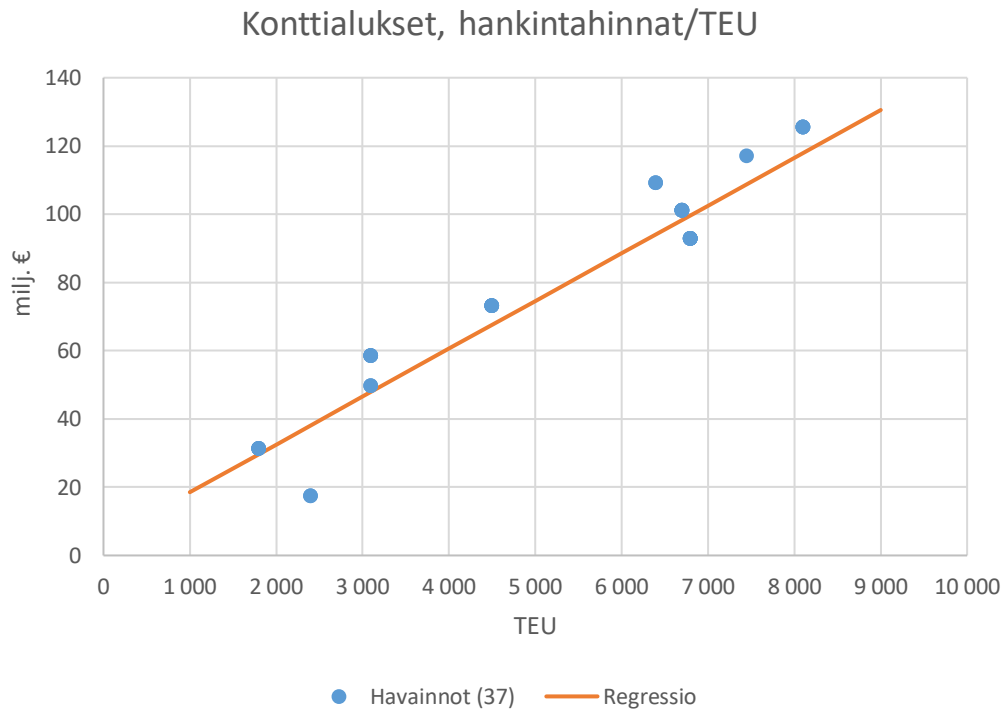
Ro-ro-lastialukset, konetehto/syväys



Ro-ro-matkustaja-alus, konetehto/syväys

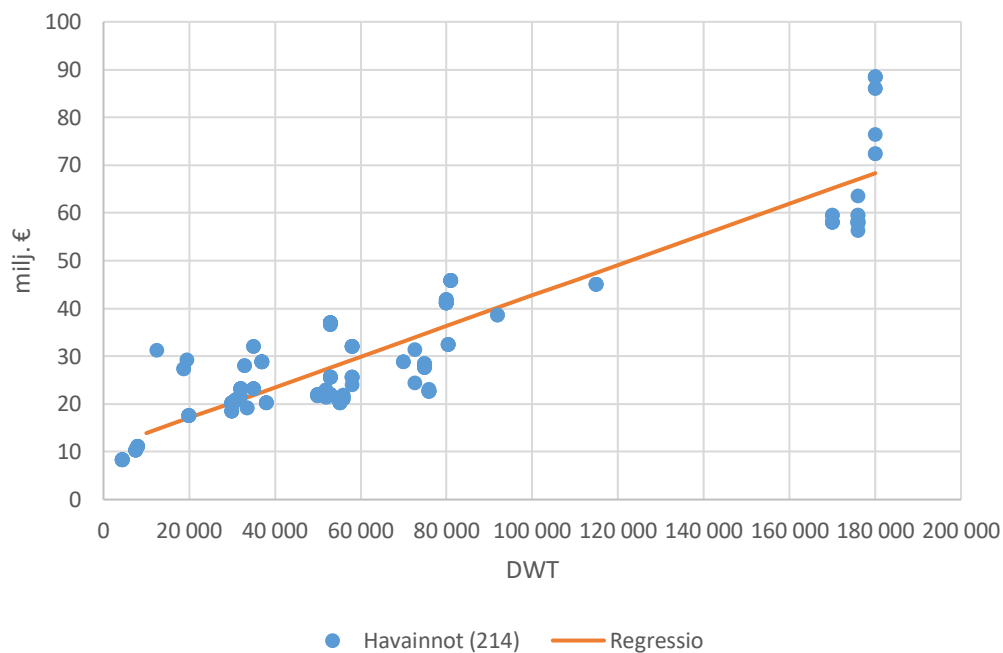


## Alusten hankintahinnan ja lastikapasiteetin väli- set regressioanalyysit

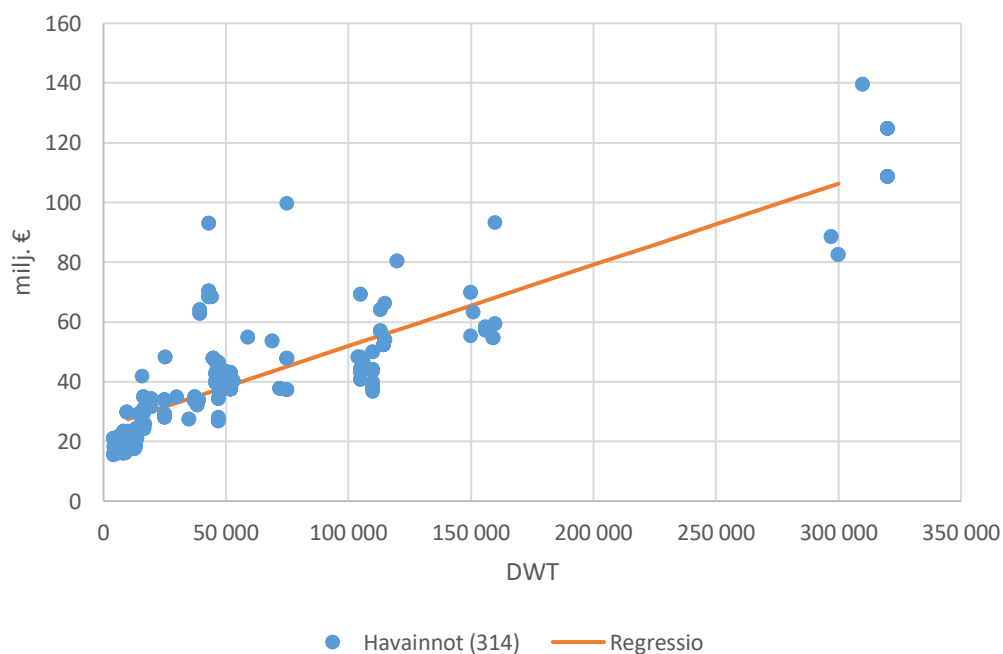




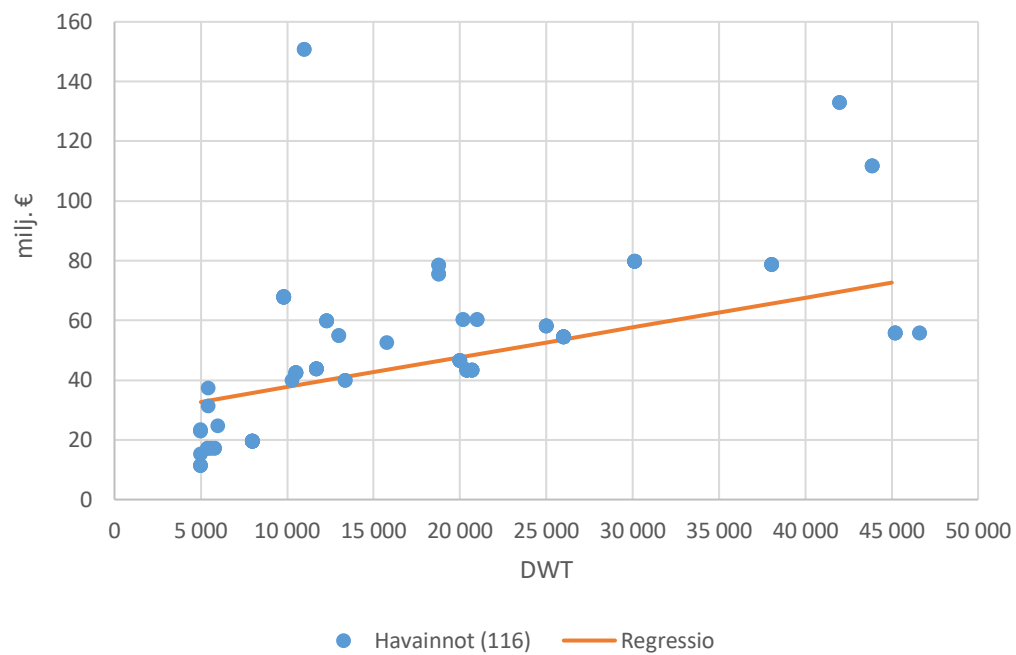
Irtolastialukset, hankintahinta/DWT



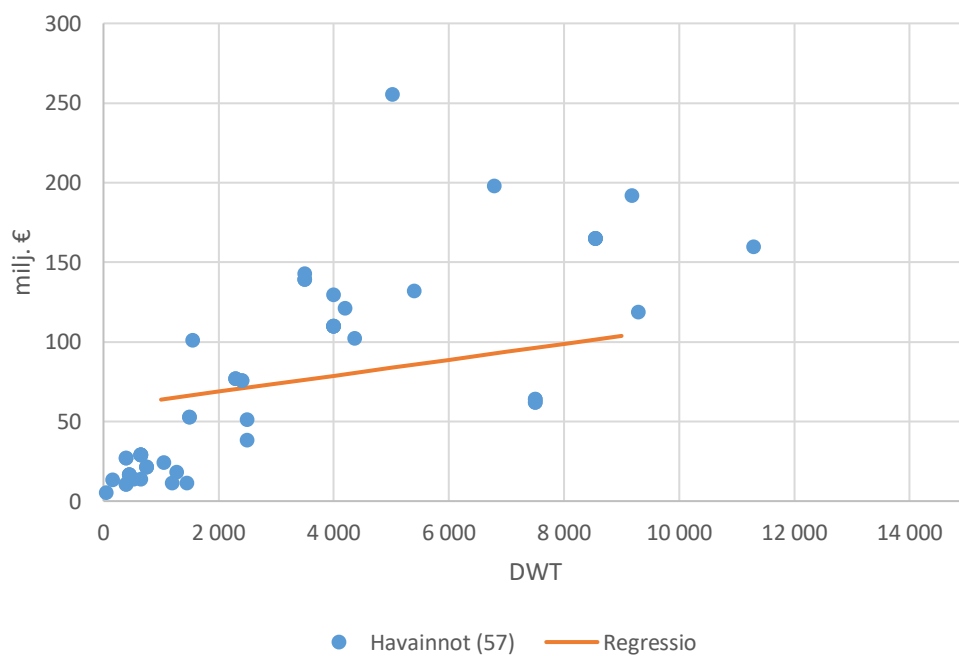
Säiliöalukset, hankintahinta/DWT



Ro-ro-lastialukset, hankintahinta/DWT



Ro-ro-matkustaja-alukset, hankintahinta/DWT







Väylävirasto  
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745  
ISBN 978-952-317-807-6  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)